



*Бібліотека  
студента-медика*

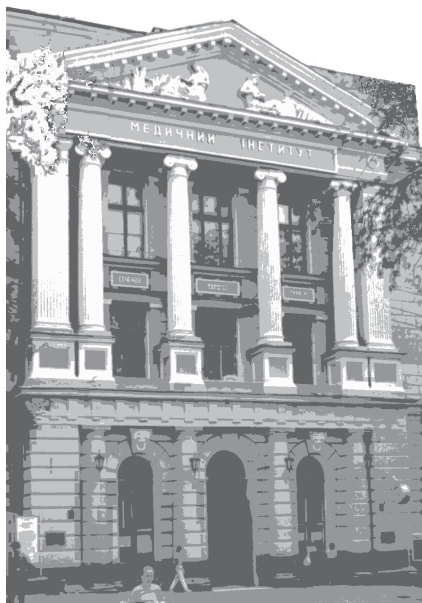
# ФІЗІОЛОГІЯ



ОДЕСЬКИЙ  
МЕДУНІВЕРСИТЕТ



**ОДЕСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ  
МЕДИЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**



***Бібліотека  
студента-медика***

*Серія заснована в 1999 р. на честь 100-річчя  
Одеського державного медичного університету  
(1900–2000 рр.)*





# ФІЗІОЛОГІЯ

Навчальний посібник

За редакцією доктора медичних наук,  
професора О. А. Шандри

*Рекомендовано  
Міністерством освіти і науки,  
молоді та спорту України*



Одеса  
Одеський медуніверситет  
2013

УДК 612  
ББК 28.903  
Ф 50

Серія «Бібліотека студента-медика»  
Заснована в 1999 році

*Автори:* О. А. Кашенко, О. М. Поспелов, С. Л. Ляшенко, Г. О. Волохова

*Рецензенти:* В. М. Казаков — академік НАМН України, з. д. н. т. України,  
д-р мед. наук, професор, почесний ректор, зав. кафедри фізіології  
Донецького національного медичного університету ім. М. Горького,  
О. Г. Родинський — д-р мед. наук, професор,  
зав. кафедри фізіології Дніпропетровської державної медичної академії

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки,  
молоді та спорту України як навчальний посібник  
для студентів вищих медичних навчальних закладів  
IV рівня акредитації  
(лист № 1/11-1603 від 06.02.12 р.)*

**Фізіологія** : навч. посібник / О. А. Кашенко, О. М. Поспелов, С. Л. Ляшенко, Г. О. Волохова ; за ред. проф. О. А. Шандри. — Одеса : ОНМедУ, 2013. — 288 с. — (Серія «Бібліотека студента-медика»).

ISBN 978-966-443-049-1

Навчальний посібник створено згідно з програмою викладання дисципліни «Фізіологія» у вищих медичних навчальних закладах України за кредитно-модульною системою. Кожному заліковому модулю відповідає розділ посібника, а кожному змістовому модулю — глава. Наведено методики практичних робіт, питання, тестові та ситуаційні завдання різного ступеня складності, які виносяться на підсумковий модульний контроль.

Для студентів, аспірантів і викладачів вищих медичних навчальних закладів.

**УДК 612**  
**ББК 28.903**

ISBN 978-966-7733-47-6 (серія)  
ISBN 978-966-443-049-1

© О. А. Кашенко, О. М. Поспелов,  
С. Л. Ляшенко, Г. О. Волохова, 2013  
© Одеський національний медичний університет, 2013

Фізіологія — одна з фундаментальних наук серед медико-біологічних дисциплін, що вивчаються у вищих навчальних закладах. Вона має за мету дослідження закономірностей функцій цілісного організму людини і його структур (систем, органів, тканини) в їх сукупності та взаємодії організму з навколишнім середовищем.

Вивчення фізіології як навчальної дисципліни значною мірою базується на виконанні студентами фізіологічного практикуму, зміст якого постійно ускладнюється і вдосконалюється. З огляду на сучасні тенденції введення до навчального процесу нових методик дослідження та альтернативних методів навчання, виникла необхідність у виданні даного навчального посібника для практичної і самостійної роботи студентів.

Запропонований посібник має на меті ознайомити студентів з основними сучасними методиками дослідження функцій організму людини, що наближає до виконання завдань практичної медицини. Деякі практичні роботи підвищеної складності пропонуються відтворювати у вигляді демонстрації за допомогою матеріалів навчальних комп'ютерних програм і відеофільмів з подальшим розв'язанням наведених у посібнику ситуаційних завдань. Такий підхід виділяє цей посібник серед наявних сьогодні і дозволяє студентам отримати безпосереднє підтвердження теоретичним положенням, засвоїти сучасні методи фізіологічних досліджень та здобути основні практичні навички ще до безпосереднього контакту з пацієнтами, що дозволить знизити імовірність помилкових дій у майбутній професійній діяльності лікаря.

Даний навчальний посібник повністю охоплює всі залікові модулі, передбачені програмою МОЗ України відповідно до викладання дисципліни

«Фізіологія» за кредитно-модульною системою. До складу першого розділу посібника «Загальна фізіологія», який відтворює перший модуль, увійшло 6 змістових модулів (глав): вступ у фізіологію, фізіологія збудливих тканин, нервова регуляція функцій організму, роль центральної нервової системи (ЦНС) у регуляції рухових функцій, роль автономної нервової системи (АНС) в регуляції вісцеральних функцій, гуморальна регуляція та роль ендокринних залоз у регуляції вісцеральних функцій організму.

Другий розділ «Фізіологія вісцеральних систем: крові, кровообігу, дихання» містить теми відповідних глав із фізіології крові, кровообігу та процесів дихання.

Третій розділ присвячений фізіологічним процесам метаболізму, терморегуляції, травлення, виділення, аналізаторам та вищій нервовій діяльності. Кожен розділ супроводжується контрольними питаннями, тестовими завданнями, схемами і таблицями, що дозволяє студентам підготуватися до ліцензійного іспиту «Крок-1», а також сприяє активізації їх пізнавальної та творчої діяльності, усвідомленому засвоєнню фізіології, яка є базою для подальшого вивчення спеціальних дисциплін майбутніми фахівцями. Викладені у посібнику матеріали здатні покращити розуміння тем, що вивчаються з курсу фізіології, забезпечити міждисциплінарний інтегрований зв'язок знань студентами, оскільки матеріал викладається з урахуванням загальних знань з курсів біології, медичної фізики, анатомії та гістології, медичної хімії, патологічної фізіології і фармакології.

Навчальний посібник розрахований на студентів, аспірантів і викладачів вищих медичних навчальних закладів.

# Розділ I

## ЗАГАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ

---

### Глава 1. ВСТУП У ФІЗІОЛОГІЮ

---

#### *Конкретні цілі:*

1. Пояснювати фізіологічні основи методів дослідження функцій організму в експерименті і під час дослідження функцій людини за умов різних фізіологічних станів.

2. Тракувати поняття «фізіологічна система» організму і роль механізмів регуляції у досягненні пристосувальних реакцій.

3. Аналізувати етапи становлення фізіології як фундаментальної дисципліни та роль окремих науковців на кожному з її етапів.

#### **1.1. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ ФІЗІОЛОГІЇ. МЕТОДИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Фізіологія, будучи основою медицини, необхідна для розуміння та аналізу фізіологічних процесів, що перебігають в організмі, і механізмів їх регуляції, які забезпечують життєдіяльність у мінливих умовах зовнішнього та внутрішнього середовищ. Розуміння завдань і змісту фізіології, а також методів дослідження функцій організму необхідні для практичної діяльності лікаря.

#### *Мета заняття:*

1. Ознайомити студентів з методами фізіологічних досліджень.

2. Студенти повинні засвоїти поняття: функція, подразнення, збудження, подразливість, збудливість.

#### *Питання до усного і тестового контролю:*

1. Фізіологія як наука, що вивчає об'єктивні закономірності функцій організму людини і його структур (систем, органів, тканин, клітин) в їх єдності та взаємодії організму з зовнішнім середовищем.

2. Фізіологія як наукова основа медицини, що вивчає функції організму, шляхи збереження здоров'я і працездатності. Значення фізіології в підготовці лікаря.

3. Методи фізіологічних досліджень: спостереження, експериментування, моделювання.

4. Рівні будови організму людини і його функції. Єдність організму і зовнішнього середовища

5. Фізіологічна характеристика функцій, їх параметри. Взаємозв'язок між структурою і функцією. Вікові та статеві особливості функцій.

6. Функції клітин, тканин, органів, фізіологічних систем організму. Гомеостаз і гомеокінез.

#### *Питання до письмової відповіді:*

1. Дайте визначення нормальної фізіології як науки. Перерахуйте основні принципи фізіології людини.

2. Перерахуйте методи фізіологічних досліджень і опишіть переваги електричних подразнень перед іншими видами подразнень.

3. Сформулюйте, що таке подразливість, збудливість і збудження.

4. Перерахуйте фізіологічні властивості нервової та м'язової тканин. Дайте їм характеристику.

5. Дайте визначення порогу подразнення.

#### *Програма практичної роботи на занятті:*

1. Ознайомлення з кафедрою та її оснащенням для навчальної та наукової підготовки.

2. Ознайомлення з науковим напрямом кафедри.

### Глава 2. ФІЗІОЛОГІЯ ЗБУДЛИВИХ ТКАНИН

---

#### *Конкретні цілі:*

1. Пояснювати механізми розвитку мембранного потенціалу спокою (МПС) і мембранного потенціалу дії (МПД) у нервових і м'язових волокнах, інтерпретувати їх параметри.

2. Пояснювати механізми дії електричного струму на збудливі тканини, інтерпретувати вплив електричних імпульсів із різними параметрами на мембранні потенціали (МП) нервових і м'язових волокон.

3. Робити висновки про збудливість нервових і м'язових волокон на підставі величини порога деполяризації.

4. Пояснювати механізми та закономірності проведення нервового імпульсу нервовими волокнами, інтерпретувати причини порушення провідності.



5. Пояснювати механізми хімічної передачі збудження крізь нервово-м'язовий синапс.

6. Інтерпретувати механізми блокади нервово-м'язового проведення збудження.

7. Пояснювати механізми сполучення збудження і скорочення в поперечно-смугастих м'язових волокнах, скорочення і розслаблення.

8. Інтерпретувати залежність характеру скорочення м'язів від сили і частоти подразнення.

9. Інтерпретувати роль факторів, від яких залежить сила скорочення м'язів.

## 2.1. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕМБРАННИХ ПОТЕНЦІАЛІВ. ПОТЕНЦІАЛ СПОКОЮ

*Мотиваційна характеристика теми.* Для практичної діяльності лікаря має значення розуміння властивостей збудливих тканин та механізмів виникнення збудження в нервовій і м'язовій тканинах, оскільки функція будь-якого органа можлива тільки за умов збудження в збудливих тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову, властивості і функції клітинних мембран.

2. Іонні механізми виникнення МПС.

3. Властивості збудливих тканин.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Подразливість, збудливість як основа реакції тканини на подразнення. Збудження.

2. Сучасні уявлення про будову і функції клітинних мембран.

3. Іонні канали мембран, їх види, функції. Іонні градієнти клітини — іонна асиметрія.

4. Транспорт іонів крізь мембрани. Іонні насоси мембран, їх функції.

5. Рецептори мембран, їх функції.

6. Мембранний потенціал спокою, механізми походження, методи реєстрації. Параметри МПС і його фізіологічна роль.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалювати схему будови клітинної мембрани.

2. Побудувати графік МПС збудливої клітини.

3. Охарактеризувати рівень обмінних процесів у збудливій клітині в стані спокою.

4. Пояснити, що таке калієвий рівноважний потенціал.

5. Описати іонні насоси мембран, механізм їх роботи в стані спокою мембран.

6. Описати рецептори клітинних мембран, їх види і функції.

7. Описати сучасні методики реєстрації МПС.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження механізмів виникнення і методів реєстрації електричних потенціалів збудливих тканин.

### *Методика реєстрації електричних потенціалів м'язів людини*

*Для роботи необхідні:* біопідсилювач; осцилограф; нашкірні електроди; набір вантажів 1, 3,

5 кг; ізотонічний розчин натрію хлориду; дезінфікуючий розчин, шматочки марлевої тканини; закріплююча гума стрічка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Дослідження рекомендується проводити на кількох випробуваних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця індивідуальних реакцій. Реєстрацію кожного показника експериментатор проводить на обох руках, визначаючи їх виразність і симетричність.

Реєстрацію електричної активності м'язів — електроміографію (ЕМГ) людини використовують з діагностичною метою в клініці під час функціональних досліджень та за умов м'язових дисфункціональних станів. Залежно від мети ЕМГ виконують під час довільних рухів досліджуваних м'язів, під впливом вантажу та під дією стимуляції. Шкіру плеча над *m. biceps* обробляють дезінфікуючим розчином, потім ізотонічним розчином натрію хлориду. Перевіряють міжелектродний опір, який у нормі не перевищує 40–50 кОм. Після цього підбирають відповідний коефіцієнт посилення під час тестового згинання руки в ліктьовому суглобі з вагою 5 кг. Реєструють калібрувальний сигнал. За цим досліджуваному пропонують підняти вагу 1 або 3 кг. Під час цього на моніторі осцилографа реєструють виникаючі біопотенціали. Проводять реєстрацію біопотенціалів на початку роботи, через 2–3 хв та під час стомлення м'яза. Після 5–10 хв відпочинку повторно реєструють потенціали під час роботи з великим навантаженням (3 або 5 кг). Спостерігають за характером зміни потенціалів м'язів. Потім проводять таку ж саму роботу на іншій руці та порівнюють результати.

*Оформлення результатів і їх оцінка.* Занесіть до протоколу отримані показники. Порівняйте результати кількох випробуваних. Зробіть висновки.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. За допомогою мікроелектродної техніки вимірювали МП мотонейронів спинного мозку собаки. При цьому виявлено деполяризацію нейронів після дії фармпрепарату. З чим це може бути пов'язано?

- A. ↑ проникності мембрани для  $\text{Na}^+$
- B. ↓ проникності мембрани для  $\text{K}^+$
- C. ↓ проникності для  $\text{Na}^+$
- D. ↓ проникності мембрани для  $\text{Cl}^-$
- E. ↓ проникності мембрани для  $\text{Ca}^{2+}$

2. У тварини за допомогою мікроелектродної техніки вимірювали МП мотонейрона спинного мозку. Виявлено гіперполяризацію мембрани нейрона після дії фармпрепарату. З чим це може бути пов'язано?

- A. ↑ проникності мембрани для  $\text{Ca}^{2+}$
- B. ↑ проникності мембрани для  $\text{K}^+$
- C. ↓ проникності для  $\text{K}^+$
- D. ↑ проникності для  $\text{Na}^+$
- E. ↓ проникності для  $\text{Cl}^-$

3. Усередині клітини в стані спокою концентрація  $K^+$ :

- A. Більше ніж зовні в 30–40 разів
- B. Менше ніж зовні в 30–40 разів
- C. Менше ніж зовні в 10–15 разів
- D. Більше ніж зовні в 10–15 разів
- E. Дорівнює концентрації  $K^+$  зовні

4. В експерименті досліджували пороги подразнення різних тканин тварини. У яких тканинах був виявлений найнижчий поріг подразнення?

- A. У кардіоміоцитах
- B. У міоцитах гладких м'язів
- C. У мотонейронах спинного мозку
- D. У міоцитах скелетних м'язів
- E. У залозистих клітинах

5. Якщо у позаклітинній рідині збільшиться концентрація  $K^+$ , то абсолютна величина МП ..., а збудливість клітини ...

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... збільшиться
- C. Збільшиться ... зменшиться
- D. Зменшиться ... не зміниться
- E. Не зміниться ... не зміниться

6. Якщо у позаклітинній рідині зменшиться концентрація  $K^+$ , то абсолютна величина МП ..., а збудливість клітини ...

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... збільшиться
- C. Збільшиться ... зменшиться
- D. Зменшиться ... не зміниться
- E. Не зміниться ... не зміниться

7. МПС переважно залежить від ... крізь мембрану клітини:

- A. Вихідного струму  $K^+$
- B. Вхідного струму  $K^+$
- C. Вихідного струму  $Na^+$
- D. Вхідного струму  $Na^+$
- E. Вхідного струму  $Ca^{2+}$

8. Якщо проникність мембрани для  $K^+$  збільшиться, то її збудливість ..., а абсолютна величина МП ...

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... збільшиться
- C. Не зміниться ... збільшиться
- D. Зменшиться ... зменшиться
- E. Зменшиться ... не зміниться

9. Усередині збудливої клітини в стані спокою концентрація  $Na^+$ :

- A. Менша ніж зовні в 10–15 разів
- B. Менша ніж зовні в 2–3 рази
- C. Більша ніж зовні в 10–15 разів
- D. Більша ніж зовні в 2–3 рази
- E. Дорівнює концентрації зовні

10. У збудливої клітини в стані спокою проникність клітинної мембрани найбільша для іонів ...

- A.  $K^+$
- B.  $Na^+$
- C.  $Ca^{2+}$

- D.  $Cl^-$
- E.  $Mg^{2+}$

### **Відповіді**

1.A, 2.B, 3.A, 4.C, 5.A, 6.C, 7.A, 8.A, 9.A, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Чим загрожує небезпечно для життя отруєння ботулінічним токсином, який блокує вхід іонів  $Ca^{2+}$  в нервові закінчення аксонів мотонейронів?

- A. Розвитком блювання
- B. Зупинкою серця
- C. Розладом тонуусу судин
- D. Зупинкою дихання
- E. Розвитком проносу

2. Внаслідок блокади іонних каналів мембрани клітини її МПС зменшився від  $-90$  до  $-70$  мВ. Які канали заблоковані?

- A.  $Na^+$
- B.  $K^+$
- C.  $Ca^{2+}$
- D.  $Mg^{2+}$
- E.  $Cl^-$

3. Під час дослідження ізольованої збудливої клітини встановлено, що поріг сили подразнення клітини істотно зменшився. Що із зазначеного може бути причиною цього?

- A. Блокада утворення енергії (E) в клітині
- B. Інактивація  $Na^+$  каналів
- C. Інактивація  $Ca^{2+}$  каналів
- D. Активація  $K^+$  каналів
- E. Активація  $Na^+$  каналів мембраною

4. Внаслідок активації іонних каналів зовнішньої мембрани збудливої клітини значно збільшився її МПС. Які канали були активовані?

- A. Швидкі  $K^+$
- B.  $Na^+$
- C.  $K^+$
- D. Повільні  $Ca^{2+}$
- E.  $Na^+$  і  $Ca^{2+}$

5. У збудливої клітини повністю заблокували процеси утворення E. Як змінився за даних умов рівень МП?

- A. Незначно збільшився
- B. Незначно зменшився
- C. Істотно зменшився
- D. Зник
- E. Істотно збільшився

6. У людини необхідно оцінити рівень збудливості нерва. Яку величину для цього необхідно визначити?

- A. МПС
- B. Порогову силу подразника
- C. Критичний рівень деполяризації (КРД)
- D. Амплітуду потенціалу дії
- E. Тривалість МПД

7. У збудливій клітині заблокували іонні канали, внаслідок чого з плином часу клітина повністю втратила МПС. Які канали заблокували?

- A.  $K^+$  і  $Na^+$
- B.  $Na^+$
- C.  $K^+$
- D.  $Cl^-$
- E.  $Ca^{2+}$

8. У збудливій клітині заблокували іонні канали. Це суттєво не змінило рівень МПС, але клітина втратила здатність до генерації МПД. Які канали заблокували?

- A.  $Na^+$
- B.  $K^+$
- C.  $Na^+$  і  $K^+$
- D.  $Ca^{2+}$
- E.  $Na^+$  і  $Ca^{2+}$

9. В експерименті на ізольованій збудливій клітині необхідно отримати збільшення МПС (гіперполяризацію). Активацію яких іонних каналів для цього необхідно провести?

- A.  $K^+$  і  $Na^+$
- B.  $Na^+$
- C.  $K^+$
- D.  $Ca^{2+}$
- E.  $Na^+$  та  $Ca^{2+}$

10. Внаслідок дії електричного струму на збудливу клітину виникла деполяризація її мембрани. Рух яких іонів крізь мембрану відіграє основну роль у розвитку деполяризації?

- A.  $K^+$
- B.  $HCO_3^-$
- C.  $Ca^{2+}$
- D.  $Cl^-$
- E.  $Na^+$

### Відповіді

1.D, 2.B, 3.E, 4.C, 5.D, 6.B, 7.C, 8.A, 9.C, 10.E.

### Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте, як зміниться збудливість тканини, якщо МПС зріс на 20 %, а КРД — на 30 %? Вихідні величини:  $E_o = -90$  мВ,  $E_k = -60$  мВ.

2. Розрахуйте, як зміниться рівень МПС, якщо штучно знизити на 30 % концентрацію іонів  $K^+$  всередині нервового волокна?

3. Поясніть механізм дії тетродотоксину на рівень МПС, якщо відомо, що тетродотоксин — отрута, яка блокує канали  $Na^+$ . Намалюйте графік зміни величини МПС.

4. Поясніть, як вплине введення батрахотоксину на рівень МПС клітини, якщо відомо, що ця отрута значно збільшує проникність мембрани для  $Na^+$  в спокої? Намалюйте графік зміни МПС.

5. Відомо, що однією з основних властивостей збудливих тканин є збудливість. Експериментально порівнювали збудливість нервової і м'язової тканин до і після тривалого прямого і непрямого подразнення м'яза. Було встановлено, що початково збудливість однієї тканини вища,

ніж другої. Крім того, була зафіксована зміна збудливості нерва і м'яза після тривалого подразнення. Поясніть:

1) Як визначалася збудливість нерва і м'яза?  
2) Яка тканина і чому мала більшу збудливість?

3) Як змінилася збудливість нерва і м'яза після тривалого прямого і непрямого подразнення м'яза?

4) Які параметри характеризують величину збудливості тканини?

6. Відомо, що збудливість є однією з основних властивостей нервової та м'язової тканин. Експериментально було встановлено, що після нанесення на ізольований нерв і смужку міокарда надпорогового подразнення виникав МПД, в процесі якого відбувалася зміна збудливості. Поясніть:

1) Який метод реєстрації використовували для вивчення МПД в нерві і смужці міокарда?

2) Як вивчали зміну збудливості в різні фази МПД?

3) Як змінюється збудливість за умов виникнення МПД?

7. Відомо, що навколо клітинних мембран збудливих тканин існує нерівномірний розподіл іонів. Експериментально збільшували градієнт концентрації зовні і всередині збудливої клітини роздільно для іонів  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  і  $Ca^{2+}$ . Поясніть, як зміниться величина МПС і МПД під час збільшення градієнта концентрації роздільно для іонів:

- 1)  $Na^+$
- 2)  $K^+$
- 3)  $Cl^-$
- 4)  $Ca^{2+}$

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. В даному випадку новий МПС став рівним  $-108$  мВ, а КРД  $-78$  мВ. Початкові величини цих показників становлять  $-90$  мВ та  $-60$  мВ. Отже, вихідна різниця між МПС і КРД не змінилася і залишилася рівною 30 мВ. Це означає, що збудливість даної мембрани не змінилася.

2. МПС зменшиться, бо градієнт концентрації  $K^+$  буде меншим. Ступінь зменшення — близько 30 %.

3. Оскільки в цьому випадку струм  $Na^+$  не буде знижувати струм  $K^+$ , то величина МПС збільшиться.

4. МПС зменшиться.

5. 1) На нервово-м'язовому препараті жаби спочатку подразнювали нерв, а потім м'яз поодинокими електричними імпульсами. Силу подразнення поступово збільшували до появи першого м'язового скорочення, визначаючи таким чином поріг подразнення нерва і м'яза.

2) Нервова тканина мала більшу збудливість, оскільки її поріг подразнення був нижчим порівняно з м'язовою тканиною.

3) Збудливість знизиться внаслідок зменшення градієнта співвідношення іонів на клітинній мембрані за умов тривалого подразнення нерва і м'яза.

4) Рівень збудливості тканини характеризується порогом подразнення, реобазою, хронаксією, швидкістю акомодатії.

6. 1) Біопотенціали реєстрували за допомогою мікроелектродної техніки.

2) Зміни збудливості вивчали за допомогою вимірювання порога подразнення в різні фази МПД.

3) Під час передспайку збудливість підвищується. Під час піка потенціалу дії виникає абсолютний рефрактерний період (АРП), під час реполяризації — відносний рефрактерний період (ВРП). За умов негативного слідового потенціалу спостерігається фаза екзальтації. За умов позитивного слідового потенціалу виникає фаза субнормальної збудливості.

7. 1) За умов збільшення градієнта концентрації  $\text{Na}^+$  рівень МПС знизиться, рівень МПД збільшиться.

2) За умов збільшення градієнта концентрації  $\text{K}^+$  рівень МПС зросте, рівень МПД не зміниться.

3) Під час збільшення градієнта концентрації  $\text{Cl}^-$  рівень МПС зросте, МПД не зміниться.

4) Під час збільшення градієнта концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  рівень МПС знизиться, рівень МПД не зміниться.

## 2.2. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕМБРАННИХ ПОТЕНЦІАЛІВ. ПОТЕНЦІАЛ ДІЇ

*Мотиваційна характеристика теми.* Для практичної діяльності лікаря має значення розуміння властивостей збудливих тканин і механізмів виникнення збудження в нервовій і м'язовій тканині, оскільки функція будь-якого органа можлива тільки за умов збудження в збудливих тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову, властивості і функції клітинних мембран.

2. Іонні механізми виникнення МПД.

3. Властивості збудливих тканин.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. МПД, механізми походження, методи реєстрації.

2. Фази МПД і його параметри. Фізіологічна роль МПД.

3. Зміни збудливості клітини під час розвитку МПД. Періоди абсолютної та відносної рефрактерності, механізми їх походження, фізіологічне значення.

4. Зміни МП під час дії електричного струму як подразника. Локальна відповідь (ЛВ), або локальний потенціал (ЛП).

5. Рівень критичної деполяризації. Поріг деполяризації як міра збудливості.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалювати схему однофазного МПД, відзначити фази МПД, їх тривалість.

2. Описати роботу іонних насосів мембран у стані збудження мембрани.

3. Намалювати схему співвідношень фаз МПД і фаз змін збудливості клітини.

4. Охарактеризувати фази абсолютної та відносної рефрактерності, супернормальної збудливості.

5. Охарактеризувати рівень обмінних процесів у збудливій клітині під час збудження.

6. Описати сучасні методики реєстрації МПД.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження механізмів виникнення і методів реєстрації мембранних потенціалів дії збудливих тканин із використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження, розв'яжіть відповідні ситуаційні та тестові завдання.)

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Якої сили подразненням необхідно вплинути на нервові волокно, щоб викликати збудження у фазі відносної рефрактерності?

- A. Підпорогове
- B. Надпорогове
- C. Порогове
- D. Підпорогове тривале
- E. Порогове тривале

2. Чим загрожує небезпечно для життя отруєння ботулінічним токсином, що блокує вхід іонів  $\text{Ca}^{2+}$  в нервові закінчення аксонів мотонейронів?

- A. Розвитком блювання
- B. Зупинкою серця
- C. Розладом тону судин
- D. Зупинкою дихання
- E. Розвитком діареї

3. На тканину діють електричним імпульсом катодного напрямку, амплітуда якого дорівнює 70 % порога. Які зміни МП це викличе?

- A. Гіперполяризацію
- B. МПД
- C. Часткову деполяризацію
- D. Змін не буде
- E. Гальмівний постсинаптичний потенціал (ГПСП)

4. Під час фази деполяризації МПД превалює:

- A. Вихід  $\text{Na}^+$  з клітини
- B. Вхід  $\text{K}^+$  у клітину
- C. Вихід  $\text{K}^+$  з клітини
- D. Вхід  $\text{Ca}^{2+}$  у клітину
- E. Вхід  $\text{Na}^+$  у клітину

5. Під час піка МПД найбільша концентрація усередині клітини іонів:

- A.  $\text{Cl}^-$
- B.  $\text{Na}^+$
- C.  $\text{Ca}^{2+}$
- D.  $\text{K}^+$
- E.  $\text{Mg}^{2+}$

6. При збільшенні кількості інактивованих  $\text{Na}^+$  каналів у клітинній мембрані під дією місцевого анестетика швидкість зростання амплітуди фази деполяризації ... і збудливість мембрани ...

- A. Збільшується ... зменшується
- B. Зменшується ... зменшується
- C. Не змінюється ... зменшується

- D. Зменшується ... збільшується
- E. Збільшується ... збільшується

7. Для того щоб викликати деполяризацію клітинної мембрани, усередину клітини необхідно помістити:

- A. Анод
- B. Катод
- C. Анод і катод
- D. Нульовий електрод
- E. Нульовий електрод і анод

8. У результаті генерації МПД в нервовому волокні використовується енергія АТФ, що йде на:

- A. Інактивацію  $\text{Na}^+$  каналів
- B. Активацію  $\text{Na}^+$  каналів
- C. Відновлення іонної асиметрії
- D. Відкриття активних центрів актину
- E. Інактивацію  $\text{K}^+$  каналів

9. Під час фази деполяризації МПД проникність мембрани найбільша для іонів:

- A.  $\text{Mg}^{2+}$
- B.  $\text{K}^+$
- C.  $\text{Ca}^{2+}$
- D.  $\text{Cl}^-$
- E.  $\text{Na}^+$

10. Іонний струм, що виникає під час деполяризації, забезпечується переважно:

- A. Рухом  $\text{Na}^+$  за концентраційним градієнтом
- B. Рухом  $\text{K}^+$  за концентраційним градієнтом
- C. Рухом  $\text{Na}^+$  проти концентраційного градієнта
- D. Рухом  $\text{K}^+$  проти концентраційного градієнта
- E. Рухом  $\text{K}^+$  і  $\text{Na}^+$  проти концентраційного градієнта

### **Відповіді**

1.B, 2.D, 3.C, 4.E, 5.D, 6.D, 7.A, 8.C, 9.E, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Після дії на збудливу клітину отрути, що пригнічує синтез АТФ, дія електричного подразника приведе до того, що вхідний струм  $\text{Na}^+$  під час розвитку МПД ... внаслідок ...

- A. Зменшиться ... зменшення концентраційного градієнта  $\text{Na}^+$
- B. Збільшиться ... зменшення концентраційного градієнта  $\text{Na}^+$
- C. Збільшиться ... збільшення концентраційного градієнта  $\text{Na}^+$
- D. Зменшиться ... збільшення концентраційного градієнта  $\text{Na}^+$
- E. Не зміниться ... зменшення концентраційного градієнта  $\text{Na}^+$

2. За умов збільшеної кількості інактивованих  $\text{Na}^+$  каналів під дією місцевого анестетика поріг деполяризації клітинної мембрани ..., а її збудливість ...

- A. Збільшиться ... збільшиться
- B. Зменшиться ... зменшиться
- C. Збільшиться ... не зміниться
- D. Збільшиться ... зменшиться
- E. Не зміниться ... зменшиться

3. Під час піка МПД поріг деполяризації збудливої клітини ..., а її збудливість ...

- A.  $\uparrow$  в 2–5 разів ...  $\downarrow$  в 2–5 разів
- B.  $\rightarrow$  до нескінченності ... прагне до 0
- C.  $\downarrow$  в 3–5 разів ...  $\uparrow$  в 3–5 разів
- D. Не змінюється ... прагне до 0
- E. Прагне до 0 ... не змінюється

4. Іонний струм під час фази реполяризації МПД переважно забезпечується:

- A. Рухом  $\text{K}^+$  за концентраційним градієнтом
- B. Рухом  $\text{Na}^+$  за концентраційним градієнтом
- C. Рухом  $\text{Na}^+$  проти концентраційного градієнта
- D. Рухом  $\text{K}^+$  проти концентраційного градієнта
- E. Роботою  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  насоса

5. За умов збільшення кількості інактивованих  $\text{Na}^+$  каналів під дією місцевого анестетика абсолютне значення КРД мембрани ... і її збудливість ...

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Збільшиться ... зменшиться
- C. Зменшиться ... зменшиться
- D. Зменшиться ... не зміниться
- E. Не зміниться ... збільшиться

6. Після дії на збудливу клітину отрути, що пригнічує синтез АТФ, серія подразнень приведе до того, що струм  $\text{K}^+$  під час МПД:

- A. Збільшиться
- B. Зменшиться
- C. Не зміниться
- D. Зникне
- E. Змінить напрямок

7.  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  насос:

- A. Вводить іони  $\text{Na}^+$  в клітину
- B. Вводить іони  $\text{K}^+$  в клітину
- C. Виводить іони  $\text{Na}^+$  із клітини
- D. Виводить іони  $\text{K}^+$  із клітини
- E. Виводить іони  $\text{Cl}^-$  із клітини

8. Як зміниться поріг деполяризації мембрани під час збільшення сили надпорогового електричного подразнювального стимулу?

- A. Прагне до 0
- B. Збільшиться
- C. Зменшиться
- D. Зникне
- E. Не зміниться

9. В експерименті необхідно оцінити рівень збудливості тканини. Який показник для цього необхідно визначити?

- A. Амплітуду МПД
- B. Рівень МПС
- C. Тривалість МПД

- D. Поріг деполяризації
- E. КРД

10. Як зміниться збудливість мембрани нервової клітини під час піка МП?

- A. Зникне
- B. Збільшиться в 1,5–3 рази
- C. Не зміниться
- D. Зменшиться в 2–3 рази
- E. Зменшиться в 1,5–3 рази

### **Відповіді**

- 1.A, 2.D, 3.B, 4.A, 5.C, 6.B, 7.C, 8.E, 9.D, 10.A.

### **Ситуаційні завдання**

1. Розрахуйте, чи виникне збудження, що поширюється, у нерві, якщо відомо, що МПС = -90 мВ, КРД на 30 % нижчий за нього, а подразнювальний струм змінює МП в одному випадку на 10 мВ, в іншому — на 30 мВ?

2. Нерв подразнюють із частотою 10, 100 і 1000 Гц. Розрахуйте, скільки МПД виникатиме в кожному випадку?

3. Поясніть, чи постраждають механізми, пов'язані з генерацією МПД у клітині, якщо її обробити протеолітичними ферментами. Намалюйте схему зміни МПД.

4. Гігантський аксон кальмара помістили в середовище, що за своїм складом відповідає міжклітинній рідині. Під час подразнення аксона виник МПД. Потім концентрацію іонів  $\text{Na}^+$  в середовищі зрівняли з їх концентрацією в аксоні і повторили подразнення. Поясніть, що виявили. Намалюйте графік зміни МП.

5. Перелічіть і поясніть механізми явищ, які мають місце при відповідній реакції збудливої мембрани на подразнення, близьке до порогової сили. Намалюйте графік ЛП.

6. Поясніть, що відбудеться з нервовою клітиною, якщо її помістити в розчин ціанідів. Намалюйте схему зміни МП.

7. Поясніть, як і чому зміниться збудливість тканини, якщо під час гіперполяризації мембрани КРД не змінюється. Намалюйте схему зміни МП.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Збудження виникне за умов, якщо МПС менший або дорівнює КРД. Тому в цьому випадку збудження, що поширюється, виникне тільки за умови, що МП зменшиться на величину, більшу 27 мВ (на 30 %).

2. Нерв не може збуджуватися з якою завгодно великою частотою. Цьому перешкоджає АРП, що триває приблизно 2 мс після початку МПД. При частоті 10 Гц інтервал між подразниками становить 0,1 с, при 100 Гц — 0,01 с. В обох випадках він досить великий для того, щоб рефрактерний період закінчився і нерв відтворив подразнення із заданою частотою. При частоті ж 1000 Гц інтервал між подразненнями занадто малий (0,001 с), і тому кожний другий імпульс буде

потрапляти в період рефрактерності після попереднього збудження. Загальна кількість МПД не перевищуватиме 500.

3. Протеолітичні ферменти розщеплюють білкові молекули, які входять до складу стінок іонних каналів і «воріт», що відкривають і закривають ці канали. Отже, порушиться проникність мембрани для іонів.

4. Під час вирівнювання концентрації  $\text{Na}^+$  з обох сторін мембрани потік цих іонів у клітину за умов подразнення буде відсутній і МПД не виникне.

5. Зменшення МП, локальна деполяризація, ЛП.

6. Ціаніди блокують роботу дихальних ферментів, припиняють окисні процеси, необхідні для ресинтезу АТФ. За цих умов у нерві перестане працювати  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  насос, що підтримує градієнт концентрації іонів з обох сторін мембрани. Концентрація їх зрівняється, і нерв втратить збудливість.

7. Збудливість зменшиться, оскільки в цьому випадку необхідні більша сила і більший час, щоб змінити МП до КРД.

## **2.3. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОДРАЗНЕННЯ НЕРВОВИХ І М'ЯЗОВИХ ВОЛОКОН**

*Мотиваційна характеристика теми.* Для практичної діяльності лікаря має значення розуміння механізмів дії постійного електричного струму на органи і тканини та знання його параметрів, необхідних для виникнення як локального збудження, так і такого, що поширюється, у збудливих тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Закони подразнення клітин постійним електричним струмом.

2. Вплив параметрів електричного струму (сили, часу дії, швидкості зростання) на зміну фізіологічних властивостей збудливих тканин.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Дайте визначення поняттю «подразник» і перелічіть його види.

2. Наведіть переваги електричного подразника і його параметри, необхідні для виникнення у тканинах як локального збудження, так і такого, що поширюється.

3. Зміни МП під час дії постійного електричного струму. Механізми електричного подразнення клітин.

4. Іонні механізми ЛП як місцевого збудження. КРД. Поріг деполяризації як міра збудливості.

5. Фізіологічні характеристики збудження, що поширюється, і його відмінності від місцевого.

6. Закон «сили-часу» Гоорвега — Вейса — Лапіка, умови його прояву.

7. Закон «градієнта» — залежність подразнювальної дії електричного струму від швидкості його зростання й убуття в часі, умови його прояву.

8. Закони «градації» і «все або нічого» — залежність подразнювальної дії від порогової сили струму. Умови прояву цих законів.

9. Полярний закон Пфлюгера, явища акомодатії під час дії електричного струму, катодичної депресії (Б. Ф. Веріго) — формулювання, експериментальні докази, застосування в медицині.

10. Застосування постійного струму в клінічній практиці.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Визначте поняття «подразник» і вкажіть його види.

2. Перелічіть властивості електричного подразника.

3. Намалюйте графіки локального збудження і такого, що поширюється, в умовах дії електричного струму як подразника.

4. Опишіть іонні механізми ЛП. Дайте визначення КРД і порога деполяризації як міри збудливості.

5. Визначте відмінності локальних збуджень від тих, що поширюються.

6. Намалюйте графік і сформулюйте закон «сили-часу» Гоорвега — Вейса — Лапіка. Дайте визначення параметрам збудливості: реобаза, корисний час, хронаксія, критичний нахил.

7. Опишіть залежність подразнювальної дії електричного струму від швидкості його зростання й убування в часі.

8. Дайте визначення законам «градації» і «все або нічого».

9. Опишіть полярний закон Пфлюгера.

10. Опишіть явище акомодатії і катодичної депресії (Б. Ф. Веріго), застосування в медицині.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження параметрів постійного електричного струму, необхідних для виникнення збудження, що поширюється (МПД) в збудливих тканинах.

**Методика дослідження збудливості рухових нервів за пороговою силою електричного подразнення їх рухових точок**

Параметрами постійного електричного струму, що мають значення для виникнення МПД у збудливих тканинах, є такі: полярність імпульсів, їх сила, тривалість і швидкість зростання. У клінічній практиці збудливість нервових і м'язових тканин визначають за пороговою силою (напругою) електричного подразника відповідних рухових точок. Рухова точка нерва — це ділянка шкіри тіла, під якою даний нерв розташований найбільш поверхнево. Рухові точки м'язів — ділянки шкіри тіла, що відповідають місцям входження у ці м'язи нервових волокон. Порогова сила подразнення для цілісного нерва або м'яза визначається рівнем порога збудження їх найбільш збудливих волокон.

*Для роботи необхідні:* електричний стимулятор, який видає на виході прямокутні електричні імпульси дозованої напруги, подразнювальні електроди, ізотонічний розчин натрію хлориду, шматочки марлевої тканини, закріплююча гумова стрічка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Дослідження рекомендують проводити на кількох випробуваних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця індивідуальних реакцій. Реєстрацію кожного показника експериментатор проводить на обох руках, відзначаючи їх виразність і симетричність.

На поверхні плеча досліджуваного за допомогою гумової стрічки розміщують пасивний подразнювальний електрод (анод), під яким знаходиться шматочок марлевої тканини, зволожений ізотонічним розчином натрію хлориду. На поверхні передпліччя розміщують активний подразнювальний електрод (катод) над руховою точкою нерва — поверхневого згинача пальців руки. Переконаються у правильному розміщенні активного електрода, провівши тестуюче подразнення нерва імпульсами достатньої сили (20–25 В) і тривалості (5–10 мс) за умов частоти 1 імпульс/с у режимі стимулятора «ритмічна серія». Після цього зменшують напругу до нульової точки і перемикають стимулятор у режим «одиначні імпульси». Поступово збільшують силу подразнювального імпульсу від 0 до 30 В і після кожного зростання напруги проводять пробне подразнення досліджуваного нерва. Дослідження продовжують до моменту появи у відповідь на чергове подразнення ледь помітного згинання пальців. Занотовують напругу, під час якої виникло згинання пальців. Потім змінюють полярність, не змінюючи напруги, і відмічають, чи виникне згинання пальців. Після цього відновлюють попередню полярність і починають поступово зменшувати тривалість подразнювального стимулу, відмічаючи, чи за будь-якої тривалості подразнення виникне згинання пальців руки у досліджуваного.

*Оформлення результатів і їх оцінка:* запишіть до протоколу показники напруги, тривалості та полярності, за яких виникло збудження і почали згинатися пальці руки досліджуваного. Порівняйте результати кількох випробуваних. Зробіть висновки.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Чому при ↓ швидкості зростання сили електричного струму амплітуда МПД нерва знижується, а при занадто малій швидкості підвищення МПД не виникає взагалі?

- А. У нерві розвивається стомлення
- В. Підвищується КРД нерва
- С. Збільшується  $\text{Na}^+$  проникність мембран нервових волокон
- Д. Знижується КРД нерва
- Е. Знижується  $\text{K}^+$  проникність мембран нервових волокон

2. З метою діагностики для визначення чутливості зубів (збудливості чутливих нервів і пульпи) застосовують постійний струм. Здорові зуби незалежно від групової належності мають однакову чутливість і реагують на силу постійного струму 2–6 мкА. У пацієнта виникла реакція за

умов порогового подразнення струмом силою 1 мкА. Це свідчить про:

- A. Руйнування пульпи
- B. ↑ чутливості зуба і пульпіт
- C. ↑ чутливості зуба і пародонтоз
- D. ↓ чутливості, пульпіт
- E. ↓ чутливості зуба, пародонтоз

3. З метою діагностики для визначення збудливості зубів (чутливих нервів і пульпи) застосовують постійний струм. Здорові зуби (незалежно від групової належності) мають однакову збудливість і реагують на силу постійного струму 2–6 мкА. У пацієнта реакція виникає за умов порогового подразнення струмом силою 10 мкА. Це свідчить про:

- A. ↓ збудливості і пародонтоз
- B. ↑ збудливості і пульпіт
- C. Руйнування пульпи
- D. ↑ збудливості і пародонтоз
- E. ↓ збудливості і пульпіт

4. Чому під час нанесення порогового подразнення в АРП не виникає відповіді?

- A. Недостатня сила подразнення
- B. Знижена збудливість
- C. Висока збудливість
- D. Відсутня збудливість
- E. Знижена лабільність

5. Якої сили подразнення потрібно нанести на нервово волокно, щоб викликати збудження у ВРП?

- A. Допорогове, досить тривале
- B. Допорогове
- C. Граничне
- D. Надграничне
- E. Усі відповіді вірні

6. Які умови необхідні, щоб виникло повноцінне збудження збудливої тканини?

- A. Висока лабільність і нормальна збудливість
- B. Порогове подразнення і нормальна збудливість
- C. Допорогове подразнення і знижена збудливість
- D. Допорогове подразнення і нормальна збудливість
- E. Порогове подразнення і знижена збудливість

7. В експерименті досліджували хронаксію клітин різних тканин. Де вона виявилася найменшою?

- A. У кардіоміоцитах
- B. У міоцитах гладкого м'яза
- C. У мотонейронах спинного мозку
- D. У міоцитах скелетного м'яза
- E. У залозистих клітинах

8. В експерименті досліджували поріг сили подразнення клітин різних тканин. Де він виявився найменшим?

- A. У кардіоміоцитах
- B. У міоцитах гладкого м'яза

- C. У мотонейронах спинного мозку
- D. У міоцитах скелетного м'яза
- E. У залозистих клітинах

9. В експерименті досліджували лабільність клітин різних тканин. Де вона виявилася найбільшою?

- A. У кардіоміоцитах
- B. У міоцитах гладкого м'яза
- C. У мотонейронах спинного мозку
- D. У міоцитах скелетного м'яза
- E. У залозистих клітинах

10. В експерименті досліджували рефрактерність клітин різних тканин. Де вона виявилася найменшою?

- A. У кардіоміоцитах
- B. У міоцитах гладкого м'яза
- C. У мотонейронах спинного мозку
- D. У міоцитах скелетного м'яза
- E. У залозистих клітинах

### **Відповіді**

1.B, 2.C, 3.E, 4.D, 5.D, 6.B, 7.C, 8.C, 9.C, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Ізольований нерв подразнювали поодинокими електричними стимулами, постійно збільшуючи силу подразнення. Чому за умов збільшення сили подразників амплітуда МПД збільшується, тобто нерв не підпорядковується закону «все або нічого»?

- A. Нервові волокна нерва мають різну швидкість проведення збудження
- B. Нервові волокна нерва мають різну швидкість акомодатції
- C. Нервові волокна нерва мають різну лабільність
- D. Нервові волокна нерва мають різну рефрактерність
- E. Нервові волокна нерва мають різний поріг сили подразнення

2. На нерв подіяли двома послідовними подразниками і зареєстрували один МПД. Чому при збільшенні інтервалу часу між двома подразниками реєструються два МПД?

- A. Другий подразник нанесений після закінчення рефрактерного періоду
- B. Другий подразник ↑ збудливість нерва
- C. ↑  $K^+$  проникність мембран нервових волокон
- D. ↓  $Na^+$  проникність мембран нервових волокон
- E. ↑ КРД мембран нервових волокон

3. На нерв подіяли двома послідовними подразниками, при цьому другий подразник потрапив у фазу деполяризації. Чому за цих умов виникає тільки один МПД?

- A. ↑ лабільність нерва
- B. Другий подразник потрапив у фазу АРП
- C. Відбулося ↑ збудливості нерва



- D. ↓ КРД нерва  
E. ↓  $K^+$  проникність мембран нервових волокон
4. Яка з перелічених збудливих структур характеризується найбільшою лабільністю?  
A. М'язове волокно  
B. Синапс між двома нервовими клітинами  
C. Нервове волокно  
D. Міоневральна пластинка  
E. Залозиста тканина
5. Подразник порогової сили:  
A. Не змінює МП  
B. Викликає розвиток ЛП  
C. Деполяризує мембрану до КРД  
D. Гіперполяризує мембрану  
E. Реполіризує мембрану
6. ЛП зумовлений:  
A. ↑  $Na^+$  провідності  
B. ↓  $Ca^{++}$  провідності  
C. ↑  $Cl^-$  провідності  
D. ↓ проникності для  $K^+$   
E. ↑ проникності для  $K^+$
7. Збудливість клітини ↓ за умов розвитку:  
A. ЛП  
B. Слідової деполяризації  
C. Слідової гіперполяризації  
D. Фази деполяризації МПД  
E. Зменшення КРД
8. Під час ЛП поріг деполяризації мембрани ... і збудливість клітини ...  
A. Не зміниться ... зменшиться  
B. Збільшиться ... зменшиться  
C. Зменшиться ... збільшиться  
D. Прагне до нескінченності ... прагне до 0  
E. Більше 0 ... зникне
9. За умов тривалої дії на збудливі тканини позаклітинно розташованого катода збудливість клітини ..., що зумовлено ...  
A. Зменшується ... інактивацією  $Na^+$  каналів  
B. Збільшується ... активацією  $Na^+$  каналів  
C. Не змінюється ... входом  $Ca^{2+}$  у клітину  
D. Зменшується ... інактивацією  $Ca^{2+}$  каналів  
E. Зменшується ... входом  $K^+$  у клітину
10. За умов збільшення сили надпорогового струму амплітуда МПД збудливої клітини:  
A. Не зміниться  
B. Зменшиться  
C. Збільшиться  
D. Зникне  
E. Взагалі не виникне

### Відповіді

1.E, 2.A, 3.B, 4.C, 5.C, 6.A, 7.D, 8.C, 9.A, 10.A.

### Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте, як зміниться збудливість нерва в результаті тривалого подразнення постійним

струмом, якщо КРД ( $E_k$ ) підвищився на 20 %. Величина деполяризації становить 10 % від рівня МП. Вихідні величини: МПС ( $E_0$ ) = -100 мВ,  $E_k$  = -70 мВ.

2. Яким чином і на яку величину повинен зрушитися КРД, щоб на аноді виникло збудження за умов розмикання постійного струму, що збільшить  $E_0$  на 10 мВ? Прийняти  $E_0$  = -100 мВ,  $E_k$  = -70 мВ.

3. Поріг подразнення під анодом за умов розмикання постійного струму 2 мВ. Чи скоротиться м'яз під час замикання і розмикання, якщо подразнювати нервово-м'язовий препарат висхідним струмом у 1,9 мВ?

4. Реобаза розмикального удару = 3 мВ. Нерв подразнюють струмом 10 мВ. Напрямок струму спадний. Розрахуйте, що станеться з м'язом під час розмикання ланцюга подразнювального струму?

5. Тривалість МПД м'яза 10 мс. Розрахуйте, з якою частотою необхідно давати подразнювальний стимул, щоб він потрапив у період субнормальної збудливості.

6. Дві людини випадково опинилися під короткочасним впливом змінного струму однаково високої напруги різної частоти. В одному випадку частота струму становила 50 Гц, у другому — 100 000 Гц. Одна людина не постраждала, друга дістала електротравму. Поясніть, яка саме людина і чому?

7. Відомо, що вплив на людину високочастотного струму може не викликати збудження через короткочасність кожного коливання струму. Проте такий струм здатний спричинити зміни в тканинах. Поясніть, які зміни і чому.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. У цьому випадку вихідна збудливість мембрани відповідає різниці  $E_0$  і  $E_k$  у 30 мВ. На початку деполяризації, коли МП дорівнював -90 мВ, а різниця  $E_0$  і  $E_k$  = 20 мВ, збудливість зросла на одну третину. Після тривалого подразнення КРД досяг величини -56 мВ. Оскільки у цьому випадку різниця  $E_0$  і  $E_k$  становила 34 мВ, то збудливість тканини знизилася. Це явище зветься «катодичною депресією» Веріго.

2. Під анодом МП збільшується, а при вимиканні струму повертається до вихідного рівня. Отже, щоб при розмиканні під анодом могло виникнути збудження, необхідне зростання КРД на таку величину, щоб він став рівним вихідному МП. Цей зсув МП не залежить від амплітуди гіперполяризації, а визначається головним чином її тривалістю. Необхідне зрушення дорівнює  $100 - 70 = 30$  мВ.

3. При замиканні м'яз скоротиться, тому що поріг замикального удару постійного струму менше розмикального. При розмиканні скорочення не буде.

4. Скорочення не буде, тому що в цьому випадку катод перебуває ближче до м'яза, і за умов сильного струму під ним виникає гальмування (катодична депресія Веріго), що блокує збудження, яке приходить від анода під час розмикання струму.

5. Оскільки тривалість МПД збігається з періодом рефрактерності, після якого відбувається фаза супернормальної збудливості, інтервал між подразненнями повинен бути 10 мс. Це відповідає частоті подразнення 100 Гц. Щоб імпульс потрапив у субнормальний період, необхідно застосовувати подразнення з більш високою частотою.

6. Електротравму дістала перша людина. У другому випадку величина струму під час кожного його коливання зростає дуже швидко, але саме коливання триває настільки малий час, що іони не встигають пройти крізь мембрану і спричинити деполяризацію. Збудження не виникне. У першому ж випадку і тривалість кожного коливання, і швидкість зростання струму достатні, щоб викликати збудження. Тому мережний струм напругою 220 В та частотою 50 Гц небезпечний для життя навіть у разі короткочасного впливу.

7. Завдяки короткочасності кожного коливання струму іони не встигають пройти крізь мембрану і спричинити деполяризацію. Однак під час кожної зміни напрямку струму іони зміщуються від вихідного положення. Ці рухи часток приводять до виділення теплової енергії. Якщо енергія високочастотного поля є великою, то виділяється багато тепла, отже, може відбуватися теплове ушкодження тканини.

## 2.4. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ І ЗАКОНІВ ПРОВЕДЕННЯ ЗБУДЖЕННЯ НЕРВОВИМИ ВОЛОКНАМИ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів і законів проведення збудження нервовими волокнами має значення для розуміння процесів функціонування нервової системи, що необхідно у лікувальній практиці лікаря.

*Мета заняття.* Знати основні фізіологічні властивості нервових волокон, закономірності виникнення і проведення збудження нервовими волокнами.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Класифікація нервових волокон за морфологічними і фізіологічними ознаками.

2. Будова, фізіологічні властивості та функції нервових волокон.

3. Характеристика нервових волокон за групами А, В, С.

4. Характеристика повільно й швидкореагуючих нервових волокон (рівень збудливості, тривалість збудження, корисний час і хронаксія, швидкість проведення збудження, рівень лабільності).

5. Закони проведення збудження нервовими волокнами. Що таке фактор надійності проведення збудження нервовим волокном?

6. Механізми поширення збудження мієліновими і безмієліновими нервовими волокнами.

7. Швидкість проведення збудження. Фактори, від яких вона залежить.

8. Вікові особливості фізіологічних властивостей нервових волокон.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалювати схему й описати будову м'якушевих і безм'якушевих нервових волокон.

2. Перелічіть закони проведення збудження нервовими волокнами і опишіть особливості проведення збудження м'якушевыми і безм'якушевыми нервовими волокнами.

3. Опишіть, чому під час сальтаторного поширення збудження Е витрачається менше, ніж під час безперервного його руху вздовж всієї мембрани. Поясніть роль перехоплень Ранв'є в проведенні збудження нервовим волокном.

4. У чому фізіологічне значення ізольованого проведення збудження нервовим волокном.

5. Опишіть експерименти з дослідження законів проведення збудження нервовими волокнами.

6. Опишіть, якими впливами можна блокувати проведення збудження нервовими волокнами.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження законів проведення збудження нервовими волокнами на нервово-м'язовому препараті жаби з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання.)

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Внаслідок патологічного процесу уражена ділянка нерва, що містить кілька перехоплень Ранв'є. Які явища при цьому спостерігаються?

- А. Активація пейсмерних клітин
- В. ↓ поширення збудження
- С. ↑ амплітуди МПД
- Д. ↑ швидкості поширення МПД
- Е. ↑ амплітуди МПС

2. Однією з основних властивостей нервів є проведення збудження. Швидкість проведення збудження нервовими волокнами залежить від:

- А. Товщини волокна
- В. Сили подразника
- С. Довжини волокна
- Д. Місця локалізації тіла нейрона
- Е. Кисневого забезпечення волокна

3. У дитини віком 2 міс. за умов будь-якого подразнення спостерігається генералізована відповідна реакція у вигляді хаотичних некоординованих рухів. Недотримання якого закону проведення збудження внаслідок вікових особливостей має місце?

- А. Двостороннього проведення збудження
- В. Ізольованого проведення збудження
- С. Анатомічної цілісності нерва
- Д. Фізіологічної цілісності нерва
- Е. Безкрементного проведення збудження

4. При обстеженні потерпілого було виявлено порушення проведення збудження променевим нервом. Які іонні процеси в мембрані нейронів

зумовлюють поширення збудження нервовими волокнами?

- A. ↓ Na<sup>+</sup> проникності мембрани
- B. ↑ K<sup>+</sup> проникності мембрани
- C. Гіперполяризація мембрани
- D. Локальна деполяризація мембрани
- E. Зміна заряду мембрани нервового волокна

5. Досліджували швидкість проведення збудження нервовим волокном ссавця. Встановлено швидкість 120 м/с. До якої групи належить це волокно?

- A. А-альфа
- B. А-бета
- C. А-дельта
- D. В
- E. С

6. Досліджували швидкість проведення збудження нервовим волокном ссавця. Встановлено швидкість 1 м/с. До якої групи належить це волокно?

- A. А-дельта
- B. А-бета
- C. С
- D. В
- E. А-альфа

7. Ізольований нерв подразнювали поодинокими електричними стимулами. Чому за умов збільшення відстані між подразниками і електродами МПД розшаровувався на кілька окремих коливань?

- A. Нервові волокна нерва мають різний поріг сили подразнення
- B. Нервові волокна нерва мають різну швидкість акомодатції
- C. Нервові волокна нерва мають різну рефрактерність
- D. Нервові волокна нерва мають різну швидкість проведення збудження
- E. Нервові волокна нерва мають різну лабільність

8. Нервове волокно піддане місцевому локальному охолодженню в ділянці одного перехоплення Ранв'є. Чому за цих умов не відбулася зупинка передачі збудження крізь охолоджене перехоплення?

- A. Активація Na<sup>+</sup> каналів у місці охолодження
- B. ↓ КРД у місці охолодження
- C. Розвиток процесу акомодатції в нерві
- D. Місцевий вихровий струм захоплює кілька перехоплень Ранв'є
- E. Активація Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> насоса в місці охолодження

9. Досліджували швидкість проведення збудження нервовим волокном ссавця. Встановлено швидкість 15 м/с. До якої групи належить це волокно?

- A. А-дельта
- B. А-бета
- C. С
- D. В
- E. А-альфа

10. У табл. 2.1 вкажіть нормальну швидкість поширення збудження нервовими волокнами ссавців, що належать до груп А і С.

Таблиця 2.1

Швидкість поширення збудження нервовими волокнами, м/с

Варіант відповіді	Група волокна	
	А	С
А	2,3–5,0	80–120
В	15–3	250–120
С	250–12	15–3
Д	120–5	3,3–0,5
Е	2,3–0,6	120–5

### Відповіді

1.В, 2.А, 3.В, 4.Е, 5.А, 6.С, 7.Д, 8.Д, 9.Д, 10.С.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. За умов ізольованого проведення збудження нервовим волокном величина МПД:

- A. Збільшується
- B. Зменшується
- C. Не змінюється
- D. Зникає
- E. Сумується

2. Під час нанесення подразнення на нерве волокно збудження поширюється:

- A. Тільки в аферентному напрямку
- B. Тільки в еферентному напрямку
- C. В обидва боки
- D. Інтервально
- E. Не поширюється

3. Збудження до скелетного м'яза поширюється нервовими волокнами зі швидкістю:

- A. 120–70 м/с
- B. 70–40 м/с
- C. 40–15 м/с
- D. 15–5 м/с
- E. 18–3 м/с

4. Під час збільшення K<sup>+</sup> проникності мембрани м'язового волокна швидкість проведення ним збудження:

- A. Збільшиться
- B. Зменшиться
- C. Не зміниться
- D. Максимально збільшиться
- E. Знизиться до 0

5. За умов збільшення концентрації Na<sup>+</sup> у позаклітинній рідині коефіцієнт надійності проведення збудження нервовим волокном:

- A. Зменшиться
- B. Знизиться до 0
- C. Не зміниться
- D. Збільшиться
- E. Зникне

6. За умов зменшення концентрації  $K^+$  у позаклітинній рідині швидкість проведення збудження м'язовим волокном:

- A. Зменшиться
- B. Збільшиться
- C. Не зміниться
- D. Зникне
- E. Максимально зросте

7. За умов короткочасної деполяризації мембрани нервового волокна коефіцієнт надійності проведення ним збудження:

- A. Збільшиться
- B. Зменшиться
- C. Не зміниться
- D. Прагне до нескінченності
- E. Прагне до 0

8. За умов збільшення  $K^+$  проникності мембрани нервового волокна коефіцієнт надійності проведення збудження ним ..., а поріг деполяризації ...

- A. Зменшиться ... збільшиться
- B. Зменшиться ... зменшиться
- C. Збільшиться ... зменшиться
- D. Збільшиться ... збільшиться
- E. Не зміниться ... не зміниться

9. Збудження в скелетному м'язі:

- A. Не поширюється з одного м'язового волокна на інше
- B. Поширюється з одного м'язового волокна на інше
- C. Поширюється з одного волокна тільки на розташоване поруч
- D. Поширюється з м'язового волокна на нервові
- E. Поширення неможливе

10. Збудження постгангліонарними вегетативними волокнами до гладких м'язів внутрішніх органів поширюється зі швидкістю:

- A. 120–70 м/с
- B. 70–40 м/с
- C. 40–15 м/с
- D. 15–5 м/с
- E. 0,5–3 м/с

### Відповіді

1.C, 2.C, 3.A, 4.B, 5.D, 6.A, 7.A, 8.A, 9.A, 10.E.

### Ситуаційні завдання

1. Швидкість проведення збудження мембраною м'язового волокна дорівнює 5 м/с. Розрахуйте, чому дорівнює швидкість проведення хвилі скорочення? Обчисліть, через який час хвиля скорочення дійде від одного м'язового волокна до іншого, якщо довжина м'язового волокна 0,1 м?

2. Розрахуйте, скільки часу буде потрібно на регенерацію нерва, якщо його довжина до травми дорівнювала 45 см? Швидкість регенерації 1,5 мм/добу. Нерв перерізаний на межі верхньої і середньої третини аксона.

3. Розрахуйте, яким буде час проведення збудження нервовим волокном групи А, якщо відстань між подразнювальними і реєструвальними електродами 10 см.

4. Розрахуйте, яким буде час проведення збудження волокном групи В, якщо відстань між подразнювальними і реєструвальними електродами дорівнює 8 см.

5. Розрахуйте, через який час хвиля збудження досягне реєструвальних електродів, якщо вони накладені на нервові волокна групи С на відстані 5 см від подразнювальних електродів.

6. Визначте, до якої групи належить нервові волокно, якщо за умов міжелектродної відстані у 5 см час проведення збудження 0,05 с.

7. Розрахуйте час проведення збудження м'язу кувшином, якщо між подразнювальними і реєструвальними електродами 15 перехоплень Ранв'є. Відомо, що крізь кожен ділянку між перехопленнями збудження перескакує за 0,07 мс.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. Оскільки швидкість проведення хвилі скорочення збігається зі швидкістю збудження, то в цьому випадку хвиля скорочення пройде всією довжиною волокна за 0,02 с.

2. Довжина аксона, відокремленого від тіла клітини, дорівнює 30 см. Повністю вона відновиться тільки за 200 днів.

3. Швидкість проведення збудження нервовими волокнами групи А 70–120 м/с. Якщо відстань між електродами дорівнює 10 см, то імпульс цей шлях подолає за 0,07–0,12 мс.

4. Швидкість проведення збудження нервовими волокнами групи В 3–18 м/с. У цьому випадку імпульс пройде відстань між електродами за 4,5–27 мс.

5. Оскільки швидкість проведення збудження нервовими волокнами групи С 0,5–3 м/с, то відстань 5 см імпульс пройде за 0,1–0,006 с.

6. До волокон групи С, бо у цьому випадку швидкість проведення збудження дорівнює 1 м/с.

7. Якщо між електродами 15 перехоплень Ранв'є, то між ними 14 ділянок, тобто час проведення збудження волокном дорівнює 0,9 мс.

## 2.5. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕДАЧІ ЗБУДЖЕННЯ КРІЗЬ НЕРОВО-М'ЯЗОВИЙ СИНАПС

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів і законів проведення збудження крізь нервово-м'язовий синапс має значення для розуміння механізмів функціональної активності нервових волокон і м'язів, що необхідно для використання у практиці лікаря.

*Мета заняття.* Знати основні фізіологічні властивості нервово-м'язових синапсів і закономірності виникнення і проведення ними збудження.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Дайте визначення поняттю «синапс». Класифікація синапсів.

2. Поняття «медіатор», «рецептор». Види медіаторів і типи рецепторів до них.

3. Загальні властивості хімічних синапсів і особливості нервово-м'язових синапсів.

4. Будова і функції нервово-м'язового синапсу.

5. Механізми хімічної передачі збудження крізь нервово-м'язовий синапс.

6. Механізм виникнення потенціалу кінцевої пластинки (ПКП).

7. Збуджувальний постсинаптичний потенціал (ЗПСП), його властивості.

8. Гальмівний постсинаптичний потенціал (ГПСП), його властивості.

9. Фізіологічні механізми блокади нервово-м'язової передачі.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Напишіть визначення поняття «синапс». Класифікація синапсів.

2. Перелічіть загальні властивості хімічних синапсів і особливості нервово-м'язових синапсів.

3. Зобразіть схему і опишіть функції нервово-м'язового синапсу.

4. Дайте визначення поняття «медіатор» і надайте класифікацію медіаторів.

5. Опишіть механізми хімічної передачі збудження крізь нервово-м'язовий синапс.

6. Опишіть механізм виникнення ПКП.

7. Намалюйте схему ЗПСП, опишіть його властивості.

8. Зобразіть схему ГПСП, опишіть його властивості.

9. Опишіть фізіологічні механізми блокади нервово-м'язової передачі.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження закономірностей проведення збудження нервово-м'язовим синапсом на нервово-м'язовому препараті жаби з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновки, занесіть його у протокол дослідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання.)

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У несвіжих продуктах (м'ясо, риба, консерви) може знаходитися мікробний токсин ботулін. Його дія на міоневральні синапси подібна до видалення з них іонів  $Ca^{2+}$ . Чому отруєння може бути смертельним?

A. Внаслідок зупинки дихання через розслаблення дихальних м'язів

B. За рахунок скорочення дихальних м'язів у режимі тетанусу через збільшення викиду медіатора

C. За рахунок ↓ збудливості дихального центра і гальмування його роботи

D. За рахунок ↓ швидкості проведення збудження мієлінізованими волокнами

E. Через зупинку серця

2. В експерименті в аксон уведена речовина, що знижує метаболічні процеси. Які явища спостерігатимуться за цих умов?

A. ↑ амплітуди МПД

B. ↑ швидкості проведення подразнення

C. Посилення скорочення аксона

D. ↑ кількості медіатора

E. ↓ кількості медіатора

3. У розчин, в якому перебував нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби, уведена курареподібна речовина. За деякий час подразнювався руховий нерв литкового м'яза. Як при цьому зміняться м'язові скорочення?

A. М'язові скорочення не зміняться

B. М'язових скорочень не буде

C. Скорочення посиляться

D. Виникне повний (гладкий) тетанус

E. Виникне неповний (зубчастий) тетанус

4. У розчин, в якому перебував нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби, уведений препарат кураре. Чому після цього подразнення рухового нерва не викликало скорочення м'яза?

A. ↑ проникність пресинаптичної мембрани для  $Ca^{2+}$

B. Відбулося блокування холінорецепторів постсинаптичної мембрани

C. Відбулося блокування холінорецепторів пресинаптичної мембрани

D. ↑ вивільнення ацетилхоліну (АХ) у синаптичну щілину

E. ↓ вивільнення АХ у синаптичну щілину

5. У розчин, в якому перебував нервово-м'язовий препарат литкового м'яза жаби, уведений езерин, що пригнічує активність холінергічних нервів. Чому при цьому подразнення рухового нерва не викликало скорочення м'яза?

A. ↓ викид АХ у синаптичну щілину

B. ↓  $K^{+}$  проникність постсинаптичної мембрани

C. Відбулася стійка деполяризація постсинаптичної мембрани

D. ↑  $Na^{+}$  провідність постсинаптичної мембрани

E. ↑  $Ca^{2+}$  проникність постсинаптичної мембрани

6. У збудливих синапсах основна роль медіатора полягає у такому:

A. ↓ проникності постсинаптичної мембрани для іонів  $Na^{+}$  і  $Ca^{2+}$

B. Деполяризація постсинаптичної мембрани

C. ↑ проникності постсинаптичної мембрани для іонів  $K^{+}$  і  $Cl^{-}$

D. ↑ проникності постсинаптичної мембрани для іонів  $Ca^{2+}$  і  $H^{+}$

E. Жодна з відповідей не вірна

7. Нерв нервово-м'язового препарату литкового м'яза жаби подразнювали електричними стимулами і у м'язі реєстрували МПД. Чому під час подразнення м'яза МПД не виникали в нерві?

A. У руховому нерві розвивається гальмування

В. У нервово-м'язовому синапсі блокується вироблення АХ

С. Амплітуда МПД м'яза недостатня для подразнення нерва

Д. Нервово-м'язовий синапс має односторонню провідність

Е. Немає правильної відповіді

8. У тварини подразнювали поодинокими електричними стимулами задні корінці спинного мозку і реєстрували МПД у передніх корінцях. Чому при подразненні передніх корінців не були зареєстровані МПД у задніх корінцях?

А. У нейронах спинного мозку розвивається гальмування

В. Синапси спинного мозку мають одностороннє проведення подразнення

С. Волокна задніх корінців мають меншу збудливість, ніж волокна передніх корінців

Д. Волокна передніх корінців не проводять подразнення до спинного мозку

Е. У нейронах спинного мозку порушується утворення медіатора

9. Що спричинює інтенсивний викид АХ із синаптичної пляшки в синаптичну щілину:

А. Деполяризація субсинаптичної мембрани

В. Деполяризація пресинаптичної мембрани

С. Деполяризація постсинаптичної мембрани

Д. Гіперполяризація пресинаптичної мембрани

Е. Реполяризація пресинаптичної мембрани

10. Який трансмембранний перерозподіл іонів  $K^+$  і  $Na^+$  є характерним для початкового моменту розвитку ЗПСП:

А. Проникнення іонів  $K^+$  усередину клітини

В. Проникнення іонів  $Na^+$  усередину клітини

С. Вихід іонів  $Na^+$  із клітини

Д. Вихід іонів  $K^+$  із клітини

Е. Вхід іонів  $Cl^-$  у клітину.

### Відповіді

1.А, 2.Е, 3.В, 4.С, 5.С, 6.В, 7.Д, 8.Д, 9.Д, 10.Д.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. Нагромадження надлишкової кількості АХ у нервово-м'язовому синапсі скелетного м'яза приводить:

А. До посилення м'язового скорочення

В. До ослаблення м'язового скорочення

С. До розслаблення м'яза

Д. М'язове скорочення не зміниться

Е. Не впливає на м'язове скорочення

2. Під час надходження нервового імпульсу до синапсу в пресинаптичній мембрані відбувається:

А. Деполяризація пресинаптичної мембрани

В. Гіперполяризація пресинаптичної мембрани

С. Підвищення  $Cl^-$  проникності

Д. Зниження  $Ca^{2+}$  проникності

Е. Підвищення  $Ca^{2+}$  проникності

3. Під час надходження усередину синаптичної пляшки іонів  $Ca^{2+}$  відбувається:

А. Взаємодія  $Ca^{2+}$  з кальмодуліном

В. Взаємодія  $Ca^{2+}$  з активними центрами актину

С. Взаємодія  $Ca^{2+}$  з міозином

Д. Взаємодія  $Ca^{2+}$  з АХ

Е. Взаємодія  $Ca^{2+}$  з рецепторами

4. До чого приведе інактивація ацетилхолінестерази в нервово-м'язовому синапсі скелетного м'яза:

А. До гіперполяризації постсинаптичної мембрани

В. До стійкої деполяризації постсинаптичної мембрани

С. До поліпшення передачі збудження крізь синапс

Д. До погіршення передачі збудження крізь синапс

Е. До деполяризації пресинаптичної мембрани

5. У синаптичній щілині нервно-м'язового синапсу міститься фермент ..., що діє на медіатор ...

А. Холінестераза ... АХ

В. Моноаміноксидаза (МАО) ... норадреналін (НА)

С. Трансаміназа ... АХ

Д. Пептидаза ... НА

Е. АТФаза ... АТФ

6. Нервово-м'язовий синапс у скелетному м'язі діє на медіатор:

А. АХ

В. НА

С. Гаммааміномасляна кислота (ГАМК)

Д. Глутамат

Е. Гліцин

7. ПКП розвивається внаслідок взаємодії з рецепторами постсинаптичної мембрани:

А. Холінестерази

В. АХ

С. НА

Д.  $K^+$

Е.  $Ca^{2+}$

8. ПКП — це один з видів:

А. Місцевого збудження

В. Збудження, що поширюється

С. Місцевого гальмування

Д. Пасивних потенціалів

Е. Центрального гальмування

9. Нервові закінчення ... скелетного м'яза:

А. Наявні на 70 % волокон

В. Наявні на 20 % волокон

С. Наявні на 50 % волокон

Д. Наявні на всіх волокнах

Е. Відсутні на волокнах

10. Виділення медіатора в нервово-м'язовому синапсі скелетного м'яза є результатом:

А. Входу  $Ca^{2+}$  крізь пресинаптичну мембрану

- В. Входу  $\text{Ca}^{2+}$  крізь постсинаптичну мембрану
- С. Входу  $\text{K}^{+}$  крізь пресинаптичну мембрану
- Д. Деполаризації пресинаптичної мембрани
- Е. Деполаризації постсинаптичної мембрани

#### Відповіді

1. А, 2. А, 3. А, 4. В, 5. А, 6. А, 7. В, 8. А, 9. D, 10. А.

#### Ситуаційні завдання

1. Під час подразнення нерва нервово-м'язового препарату м'яз доведений до стомлення. Поясніть, що відбудеться, якщо в цей час здійснити подразнення м'яза?

2. Відомо, що АХ є одним з основних медіаторів нервової системи. У ході обстеження випробуваного було встановлено, що блокатор ацетилхолінергічної передачі збудження в синапсах — атропін — викликав розширення зіниці, збільшення сили і частоти серцевих скорочень (ЧСС), зменшення перистальтики шлунково-кишкового тракту (ШКТ). При цьому не змінилася скорочувальна функція скелетної мускулатури. Поясніть:

1) На які постсинаптичні рецептори діє АХ за умов виділення його в синаптичну щілину?

2) Можливі причини різної дії атропіну в нервово-м'язових синапсах соматичної нервової системи і у синапсах АНС на внутрішніх органах.

3. М'яз нервово-м'язового препарату піддають непрямому подразненню. За деякий час амплітуда скорочень зменшується. Поясніть, чи означає це, що в м'язі розвинулося стомлення. Як перевірити це припущення?

4. Укажіть, яка з перелічених збудливих структур характеризується найбільшою збудливістю: нерв, синапс або м'яз. У якій структури лабільність найменша? Поясніть механізм цього явища.

5. Яка з перелічених структур нервово-м'язового синапсу має підвищену хімічну чутливість: тіло нейрона (сома), аксон, постсинаптична мембрана, мембрана м'язового волокна? Поясніть причину.

6. Відомо, що стомлюваність — одна з основних властивостей збудливої тканини. В експерименті на нервово-м'язовому препараті жаби проводили ритмічне непряме подразнення м'яза. Поясніть:

1) Як зміниться амплітуда м'язового скорочення після тривалого подразнення нерва?

2) Як зміняться амплітуда і частота МПД у нервових волокнах за умов розвитку стомлення в м'язі?

#### Відповіді до ситуаційних завдань

1. М'яз знову почне скорочуватися, оскільки при подразненні нервово-м'язового препарату стомлення раніше за все настає в синапсі.

2. 1) Медіатор АХ діє на два види постсинаптичних рецепторів: М- і Н-холінергетичні. М-холінергетичні рецептори перебувають у нейрон-органних синапсах парасимпатичної нервової сис-

теми (ПСНС). Н-холінергетичні рецептори розміщуються у нервово-м'язових синапсах і вегетативних гангліях.

2) Атропін блокує тільки М-холінергетичні рецептори, тому блокується дія ПСНС, а соматична регуляція скелетної мускулатури не порушується.

3. Щоб перевірити це припущення, потрібно перейти до прямого подразнення м'яза. Якщо за цих умов амплітуда скорочень зростає, стомлення виникло не в м'язі, а у синапсах.

4. Найбільша збудливість і лабільність у нерва, найменша лабільність — у синапсу.

5. Підвищену хімічну чутливість має постсинаптична мембрана.

6. 1) За умов тривалого подразнення амплітуда м'язових скорочень зменшується за рахунок процесу стомлення м'яза.

2) Амплітуда і частота ПД нервових волокон не зміниться, тому що нерви підпорядковуються закону відносної нестомлюваності.

## 2.6. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ, МЕХАНІЗМИ ЇХ СКОРОЧЕННЯ, РОЗСЛАБЛЕННЯ І СТОМЛЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання і розуміння механізмів різних видів скорочень — необхідна умова для практичної роботи лікарів-реабілітологів, терапевтів, валеологів, а також лікарів спортивної медицини і хірургічних спеціальностей.

*Мета заняття.* Знати:

1. Фізіологічні властивості скелетних і вісцеральних м'язів.

2. Типи і види м'язових скорочень.

3. Механізми м'язового скорочення і стомлення.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Класифікація м'язів в організмі (за гістологічною будовою, функціями, підпорядкованістю волі людини).

2. Типи м'язових волокон (червоні і білі). Їх функції та властивості.

3. Рухові одиниці.

4. Види м'язових скорочень залежно від режиму навантаження. Залежність між довжиною м'язового волокна та його напругою.

5. Механізм скорочення і розслаблення поперечно-смугастих м'язів.

6. Електрохімічне сполучення збудження й скорочення.

7. Особливості будови та іннервації гладких м'язів. Їх типи: моноунітарні, мультиунітарні, змішані (фізіологічний синцитій).

8. Особливості механізму скорочення і розслаблення гладких м'язів.

9. Відмінності фізіологічних властивостей скелетних і вісцеральних м'язів.

10. Відповіді скелетних і вісцеральних м'язів на різні за силою подразнення (закони «градації», «все або нічого»).

11. Сила і робота м'язів.

12. Хімізм і енергетика м'язових скорочень.

13. Стомлення, механізми його розвитку в м'язах і цілісному організмі (роботи І. М. Сеченова, Фольборга з розвитку втомлення в організмі та ролі активного відпочинку у відновленні працездатності).

14. Фізіологічні основи методу електроміографії і його значення для клініки. Динамометрія.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Зобразіть моторну одиницю скелетних м'язів.  
2. Намалюйте схему будови скелетного м'яза і будову його волокна.

3. Наведіть схему будови гладкого м'яза.

4. Складіть схему співвідношення процесів збудження, скорочення і зміни збудливості в скелетному м'язі під час одиночного скорочення. Позначте фази одиночного скорочення та їх тривалість.

5. Намалюйте міограму неповного (зубчастого) і повного (гладкого) тетанусу.

6. Опишіть механізм м'язового скорочення поперечно-смугастого і гладкого м'язів.

7. Викладіть, у чому суть законів «градації» і «все або нічого»

8. Опишіть, які процеси у м'язі є енергозалежними, для яких необхідна енергія АТФ.

9. Розкрийте сутність методу ЕМГ та його значення для клініки. Метод динамометрії та його значення для дослідження функції м'язів.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження сили м'язів у людини за допомогою кистьової динамометрії.

#### **Методика проведення кистьової динамометрії**

*Для роботи необхідні:* кистьовий динамометр, секундомір, маси для виміру маси тіла.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Дослідження рекомендують проводити на кількох випробуваних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця індивідуальних реакцій. Реєстрацію кожного показника експериментатор проводить на обох руках, відзначаючи їх виразність і симетричність.

1. Для визначення абсолютного показника сили м'язів-згиначів кисті випробуваний у положенні стоячи відводить витягнуту руку з динамометром (рухливою частиною до пальців) під прямим кутом до тулуба (на рівні плеча). Друга, вільна рука, опущена і розслаблена. За сигналом експериментатора випробуваний двічі виконує максимальне зусилля на динамометрі (максимально його стискає) на кожній руці. Фіксується кращий результат.

2. Для визначення середнього показника сили м'язів (Р), що відбиває рівень працездатності, випробуваний у вихідному положенні виконує 10-кратні зусилля із частотою 1 раз за 5 с. Результати записують, обчислюють за формулою:

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) / n,$$

де Р — середній показник сили м'язів;  $f_1, f_2, f_3$  — показники динамометра окремих м'язових зусиль; n — кількість спроб.

3. Показник сили руки (ПСР) виражають у відсотках і розраховують за формулою:

$$\text{ПСР (\%)} = \frac{\text{абсолютна сила м'язів (кг)} \cdot 100 \%}{\text{маса тіла (кг)}}.$$

4. Зниження рівня працездатності розраховують за формулою:

$$S = [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}] \cdot 100,$$

де S — показник зниження сили м'язів;  $f_1$  — величина початкового м'язового зусилля;  $f_{\min}$  — мінімальна величина зусилля;  $f_{\max}$  — максимальна величина зусилля.

*Оформлення результатів та їх оцінка:* запишіть до протоколу абсолютні показники сили, обчисліть рівень працездатності Р, ПСР і показник зниження працездатності м'язів за результатами 10-кратних зусиль. Накресліть графік, що виявить характер зниження працездатності м'язів: по осі абсцис відкладіть порядкові номери зусиль, по осі ординат — показники динамометра кожного зусилля. Порівняйте результати кількох випробуваних. Середні величини абсолютної м'язової сили кисті в людини-правші становлять: права кисть — чоловіки 35–45 кг, жінки 25–33 кг; ліва кисть — на 5–10 кг менше. У середньому ПСР у чоловіків 60–70 %, у жінок — 45–50 %.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. В експерименті під дією хімічної речовини в м'язах ослаблена робота  $\text{Ca}^{++}$  насоса. Які явища розвиватимуться за цих умов?

- А. Зниження швидкості поширення МПД
- В. Активація  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  насоса
- С. Збільшення тривалості розслаблення
- Д. Збільшення тривалості МПД
- Е. Зниження МПС

2. У спортсменів внаслідок тренувань може збільшитися об'єм м'язів. Яка речовина є безпосереднім джерелом енергії м'язового скорочення?

- А. Аденозинмонофосфат
- В. Аденозинтрифосфат
- С. Молочна кислота
- Д. Нейтральні жирні кислоти
- Е. Креатинфосфат

3. Який вид скорочення м'язів верхньої кінцівки має місце під час спроби підняти непосильний вантаж?

- А. Фізичний
- В. Ауксотонічний
- С. Ізотонічний
- Д. Ізометричний
- Е. Усі відповіді вірні

4. Якщо м'яз розвиває силу і за цих умов його довжина не зменшується, то такий вид скорочення називатиметься:

- А. Ізотонічним
- В. Ізометричним
- С. Ауксотонічним
- Д. Ізометричним
- Е. Тетанічним



5. Якщо взаємодія між актином і міозином у скелетних м'язах за умов розвитку патологічного процесу зміниться таким чином, що зв'язки можуть утворюватися, але не розриватися, то м'яз:

- A. Буде напружений і нееластичний
- B. Скоротиться з підвищеною швидкістю
- C. Під впливом стимуляції гідроліз АТФ буде відбуватися на підвищеному рівні
- D. Під час стимуляції скоротиться і розслабиться, як звичайно
- E. Втратить поперечну смугастість

6. Досліджуваний одержав завдання виконати протягом 1 год 1200 кГм роботи. Які умови забезпечують виконання цієї роботи?

- A. Оптимальне навантаження і максимальний ритм роботи
- B. Оптимальне навантаження і оптимальний ритм роботи
- C. Максимальне навантаження і оптимальний ритм роботи
- D. Максимальне навантаження і максимальний ритм роботи
- E. Мінімальне навантаження і максимальний ритм роботи

7. Підвищення вмісту іонів  $\text{Ca}^{2+}$  у саркоплазмі м'яза приводить до його скорочення. Укажіть можливу причину цього:

- A. Вплив  $\text{Ca}^{2+}$  на саркоплазматичний ретикулум
- B. Активація  $\text{Ca}^{2+}$  насоса
- C. Блокада міозинової АТФази
- D. Активація активних центрів актину
- E. Зміна структури молекули тропоміозину

8. За умов подразнення скелетного і гладкого м'яза з однією і тією ж частотою гладкий м'яз відповідає тетанічним скороченням, а скелетний — одиночними скороченнями. Якими особливостями гладкого м'яза це зумовлено?

- A. Рефрактерність гладкого м'яза більша
- B. Лабільність гладкого м'яза більша
- C. Хронаксія гладкого м'яза менша
- D. Тривалість скорочення гладкого м'яза менша
- E. У гладкому м'язі сильніше розвинений саркоплазматичний ретикулум

9. У м'язі фармакологічним методом заблокована АТФаза, після чого він втратив властивість скорочуватись. Яка можлива причина цього?

- A. Відкриття  $\text{Ca}^{2+}$  каналів ретикулума
- B. Відкриття  $\text{K}^{+}$  каналів поверхневої мембрани
- C. Зупинка  $\text{Na}^{+}/\text{K}^{+}$  насоса поверхневої мембрани
- D. Інактивація  $\text{Na}^{+}$  каналів
- E. Активація  $\text{Ca}^{2+}$  насоса ретикулума

10. За умов фосфоглюконатного шляху окиснювання глюкози енергія акумулюється в:

- A. АТФ
- B. АДФ

- C. Креатинфосфаті
- D. НАДФ
- E. ц-АМФ

### **Відповіді**

1.C, 2.B, 3.D, 4.D, 5.A, 6.B, 7.D, 8.A, 9.C, 10.D.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Після забігу на довгу дистанцію у спортсмена виникла контрактура литкових м'язів. Нагромадження якого продукту метаболізму, найімовірніше, спричинило цей стан?

- A. Сечовини
- B. Сечової кислоти
- C. Креатиніну
- D. Піровиноградної кислоти
- E. Молочної кислоти

2. Після тренування у штангіста виникла контрактура триголового м'яза. Зменшення концентрації в м'язах якої речовини, найімовірніше, спричинило цей стан?

- A. АТФ
- B. Піровиноградної кислоти
- C. Молочної кислоти
- D. Креатиніну
- E. Глюкози

3. За умов експерименту до м'яза, взятого із сечовода тварини, підвішують вантаж. М'яз розтягується і залишається в такому положенні після зняття вантажу. Яку властивість м'язової тканини демонструє даний експеримент?

- A. Розтяжність
- B. Еластичність
- C. Пластичність
- D. Автоматію
- E. Скоротливість

4. Тетанічне скорочення скелетного м'яза виникає, якщо інтервал між подразнювальними імпульсами:

- A. Менший, ніж тривалість одиночного скорочення
- B. Більший вдвічі, ніж тривалість одиночного скорочення
- C. Більший у 5 разів, ніж тривалість одиночного скорочення
- D. Дорівнює тривалості одиночного скорочення
- E. Більший у 7 разів, ніж тривалість одиночного скорочення

5.  $\text{Ca}^{2+}$  у міоплазмі необхідний для здійснення процесу:

- A. Замикання актоміозинових містків
- B. Розмикання актоміозинових містків
- C. Формування голівок міозину
- D. Формування тропоміозину
- E. Поширення ПД

6. Серія одиночних скорочень скелетних м'язів виникає, якщо інтервал між подразненнями:

А. Менший, ніж тривалість одиночного скорочення

В. Більший удвічі, ніж тривалість одиночного скорочення

С. Більший у 5 разів, ніж тривалість одиночного скорочення

Д. Дорівнює тривалості одиночного скорочення

Е. Більший у 7 разів, ніж тривалість одиночного скорочення

7. Роль  $\text{Ca}^{2+}$  у скороченні скелетного м'яза полягає у такому:

А. Конформаційній зміні тропоніну

В. Конформаційній зміні актину

С. Забезпеченні руху голівки міозину

Д. Блокуванні активного центру міозину

Е. Блокуванні активного центру актину

8. За умов дії на скелетний м'яз отрути, що пригнічує синтез АТФ, порушиться процес ... у період м'язового скорочення:

А. Ковзання актину і міозину

В. Відкриття активних центрів актину

С. Виходу  $\text{Ca}^{2+}$  із саркоплазматичного ретикулума

Д. Закриття активних центрів актину

Е. Зміни конформації тропоніну

9. Зубчастий (неповний) тетанус м'язів виникає, якщо подальше подразнення потрапляє на:

А. Фазу розслаблення попереднього скорочення

В. Фазу вкорочення попереднього скорочення

С. Латентний період попереднього скорочення

Д. Період спокою

Е. Будь-яку фазу попереднього скорочення

10. За умов дії на скелетний м'яз отрути, що блокує синтез АТФ, серія подальших подразнень приведе до того, що концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  у саркоплазмі:

А. Збільшиться

В. Зменшиться

С. Не зміниться

Д. Зникне

Е. Конформується

### Відповіді

1.Е, 2.А, 3.С, 4.А, 5.А, 6.В, 7.А, 8.А, 9.А, 10.А.

### Ситуаційні завдання

1. Тривалість рефрактерності м'яза 10 мс. Тривалість фази скорочення 200 мс. Розрахуйте інтервал частот, за яких даний м'яз скорочуватиметься в режимі гладкого тетанусу.

2. Схема якого процесу наведена нижче? Додайте відсутні ланки: подразнення клітинної мембрани — виникнення МПД — проведення його уздовж волокна Т-системою — ? — взаємодія актину і міозину — ? — активація  $\text{Ca}^{2+}$  насоса — ? — розслаблення м'яза.

3. Під час кожного нервового імпульсу в міжфібрилярний простір виходить 1 функціональна  $\text{Ca}^{2+}$  одиниця. Весь  $\text{Ca}^{2+}$  повертається в ретикулум

з постійною швидкістю 10 м/с. Розрахуйте, з якою частотою подразнення відбуватиметься сумація.

4. Рефрактерний період м'яза дорівнює 5 мс. Лабільність м'яза в 4 рази менша за теоретичну. Намалюйте міограми за такими частотами подразнення: 10 Гц; 50 Гц; 100 Гц.

5. Площа фізіологічного поперечного перетину м'яза 25 см<sup>2</sup>. Розрахуйте питому силу м'яза, якщо він в змозі підняти максимально 200 кг.

6. Розрахуйте, з якою частотою потрібно подразнювати скелетний м'яз для одержання зубчастого і гладкого тетанусу, якщо його одиночне скорочення триває 0,1 с (100 мс).

7. Розрахуйте, з якою частотою слід подразнювати скелетний м'яз для одержання зубчастого і гладкого тетанусу, якщо його одиночні скорочення тривають 0,05 с (50 мс).

8. Розрахуйте, скільки АТФ витратить литковий м'яз жаби за 5 с зубчастого і гладкого тетанусу за умов:

1) Одиночне скорочення триває 100 мс.

2) Зубчастий тетанус виникає під впливом частоти подразнення 15 за 1 с.

3) Гладкий тетанус — під впливом частоти 30 за 1 с.

4) На одне м'язове скорочення витрачається 0,3 мкМоль АТФ на 1,0 г маси м'яза.

5) Маса литкового м'яза жаби 12,0 г.

6) Вміст АТФ на 1,0 г м'язової маси дорівнює 3 мкМоль.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. Для повного (гладкого) тетанічного скорочення необхідно, щоб інтервал між подразненнями був довшим за рефрактерний період, але коротшим за тривалість фази скорочення. У цьому випадку інтервал лежить у межах від 10 до 70 мс, отже, під впливом частоти від 15 до 100 Гц спостерігатиметься тетанус. За меншої частоти будуть поодинокі скорочення, за більшої — песимум.

2. Наведено схему електромеханічного сполучення: подразнення клітинної мембрани — виникнення МПД — проведення його уздовж волокна Т-системою — вивільнення  $\text{Ca}^{2+}$  із саркоплазматичного ретикулума — взаємодія актину і міозину — скорочення м'язового волокна — активація  $\text{Ca}^{2+}$  насоса — повернення  $\text{Ca}^{2+}$  в цистерни — розслаблення м'яза.

3. Якщо весь  $\text{Ca}^{2+}$  повертається в ретикулум за 100 мс, то сумація скорочення і зубчастий тетанус виникатимуть під впливом частоти більше 10 Гц. За частотою подразнення 50 Гц інтервал між імпульсами в 5 разів коротший, і за цей час у ретикулум повернеться вже не 1 функціональна одиниця  $\text{Ca}^{2+}$ , а тільки 1/5 одиниці, а 4/5 залишаються у міжфібрилярному просторі і нагромаджуються там. Оскільки максимальна концентрація  $\text{Ca}^{2+}$  ( $5 \cdot 10^6$  мекв/л) в 10 разів більше критичної ( $0,5 \cdot 10^6$  мекв/л), то така кількість  $\text{Ca}^{2+}$  нагромадиться у просторі через  $10 : 4/5 = 12,5$  імпульсів. Це означає, що у відповідь на 13-й імпульс м'яз дасть максимальну висоту скорочення.

4. У цьому випадку теоретично тканина могла б відтворювати  $1000 : 5 = 200$  імпульсів. В умові йдеться, що дійсна лабільність в 4 рази менша, тобто дорівнює 50 Гц. Таким чином, за частотою подразнення 10 Гц м'яз відповідатиме одиничними скороченнями або зубчастим тетанусом, під впливом частоти 50 Гц — гладким тетанусом, більше 50 Гц — виникне песимум.

5. Питома сила м'яза дорівнює відношенню максимального вантажу до площі фізіологічного поперечного перетину. У цьому випадку вона дорівнює  $8 \text{ кг/см}^2$ . Вочевидь, це біцепсний м'яз плеча людини.

6. Для одержання зубчастого тетанусу зазначеного м'яза потрібна частота скорочень 11–19 за 1 с, тому що при частоті 10 в 1 с одержимо 10 одиничних скорочень. При цьому кожне наступне подразнення діє на м'яз відразу після його розслаблення — інтервал між подразненнями 100 мс. Під впливом частоти 20 за 1 с одержимо гладкий тетанус, тому що кожне подразнення заставатиме м'яз ще у стані вкорочення, інтервал між подразненнями 50 мс. Для одержання гладкого тетанусу частота подразнень має бути 20 і більше за 1 с.

7. Для одержання зубчастого тетанусу зазначеного м'яза частота подразнень має бути 21–39 за 1 с, для одержання гладкого тетанусу — 40 і більше за 1 с.

8. У литковому м'язі жаби масою 12 г міститься  $36 \text{ мкМоль АТФ}$ , отже,  $1,0 \text{ г} = 3 \text{ мкМоль АТФ}$ ,  $3 \cdot 12 = 36 \text{ мкМоль АТФ}$ . За умов зубчастого тетанусу, спричиненого частотою 15 за 1 с, витрачається  $4,5 \text{ мкМоль АТФ}$  за 1 с:  $0,3 \cdot 15 = 4,5 \text{ мкМоль АТФ}$  за 1 с. Оскільки скорочення триває 5 с, то  $4,5 \cdot 5 = 22,5 \text{ мкМоль АТФ}$ .

За умов гладкого тетанусу, спричиненого частотою подразнення 30 за 1 с, витрачається  $9 \text{ мкМоль АТФ}$  за 1 с. Розрахунок:  $0,3 \cdot 30 = 9,0 \text{ мкМоль АТФ}$ , за 5 с гладкого тетанусу м'яз витратить  $45 \text{ мкМоль АТФ}$ .

## 2.7. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ФІЗІОЛОГІЇ ЗБУДЛИВИХ ТКАНИН

*Мотиваційна характеристика теми.* Закріплення практичних навичок методів дослідження функціонального стану збудливих тканин, що використовуються з метою діагностики і лікування в клініці, є необхідною умовою для практичної діяльності лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми виникнення і проведення збудження нервовими волокнами, нервово-м'язовими синапсами і м'язами.

2. Методи дослідження процесів збудження в тканинах та їх клінічне застосування.

*Перелік практичних навичок із фізіології збудливих тканин:*

1. Розраховувати і оцінювати величину МПС, амплітуду МПД нервових і м'язових волокон.

2. Малювати схеми графіків мембранних потенціалів збудливих тканин.

3. Визначати і розраховувати поріг деполяризації, швидкість проведення збудження цими структурами.

4. Розраховувати і графічно зображувати види скорочення м'язів залежно від частоти їх подразнення.

5. Пояснювати механізми скорочення і розслаблення м'язів, нервово-м'язової передачі збудження і вплив різних факторів на ці процеси.

6. Пояснювати методику динамометрії і міографії, аналізувати і оцінювати результати.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Динамометрія — це метод виміру .... м'язів:

- A. Сили
- B. Напруги
- C. Амплітуди скорочення
- D. Оксигенації
- E. Об'єму

2. Кистьова динамометрія — метод виміру сили м'язів-:

- A. Згиначів кисті
- B. Розгиначів кисті
- C. Згиначів спини
- D. Розгиначів спини
- E. Згиначів і розгиначів спини

3. Станова динамометрія — метод виміру сили м'язів-:

- A. Згиначів кисті
- B. Розгиначів кисті
- C. Згиначів спини
- D. Розгиначів спини
- E. Згиначів і розгиначів кисті

4. Середня величина абсолютної м'язової сили кисті за умов динамометрії для чоловіків становить:

- A. 35–45 кг
- B. 25–35 кг
- C. 15–25 кг
- D. 45–55 кг
- E. 5–15 кг

5. Середня величина абсолютної м'язової сили кисті за умов динамометрії для жінок становить:

- A. 35–45 кг
- B. 25–35 кг
- C. 15–25 кг
- D. 45–55 кг
- E. 5–15 кг

6. Показник сили руки (ПСР) за умов динамометрії розраховують за формулою:

- A.  $\text{ПСР} (\%) = \text{маса тіла (кг)} / \text{абсолютна сила м'язів (кг)} \cdot 100 \%$
- B.  $\text{ПСР} (\%) = \text{відносна сила м'язів (кг)} \times 100 \%$
- C.  $\text{ПСР} (\%) = \text{абсолютна сила м'язів (кг)} \times 100 \%$

D. ПСР (%) = маса тіла (кг) · 100 % / абсолютна сила м'язів (кг)

E. ПСР (%) = маса тіла (кг) · 100 % / відносна сила м'язів (кг)

7. Середня величина ПСР за умов динамометрії у чоловіків становить:

- A. 60–70 %
- B. 50–60 %
- C. 40–50 %
- D. 30–40 %
- E. 20–30 %

8. Середня величина ПСР за умов динамометрії у жінок становить:

- A. 60–70 %
- B. 50–60 %
- C. 40–50 %
- D. 30–40 %
- E. 20–30 %

9. Показник зниження сили м'язів (S) за умов динамометрії обчислюють за формулою:

- A.  $S = [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}] \cdot 100$
- B.  $S = [f_{\max} / (f_1 - f_{\min})] \cdot 100$
- C.  $S = [(f_{\min} - f_1) / f_{\max}] \cdot 100$
- D.  $S = 100 / [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}]$
- E.  $S = 100 / [f_{\max} / (f_1 - f_{\min})]$

10. Середній показник сили м'язів (P) визначають за формулою:

- A.  $P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) / n$
- B.  $P = n / (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n)$
- C.  $P = (f_1 - f_2 - f_3 - \dots - f_n) / n$
- D.  $P = n / (f_1 - f_2 - f_3 - \dots - f_n)$
- E.  $P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) \cdot n$

### Відповіді

1.A, 2.A, 3.D, 4.A, 5.B, 6.C, 7.A, 8.C, 9.A, 10.A.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. За умов зменшення запасу  $Ca^{2+}$  в саркоплазматичному ретикулумі скелетного м'яза:

- A. Тривалість одиночного скорочення зменшиться
- B. Тривалість одиночного скорочення збільшиться
- C. Тривалість одиночного скорочення не зміниться
- D. Виникне тільки тетанічне скорочення
- E. Розслаблення стане неможливим

2. Енергія АТФ у процесі скорочення м'язової клітини необхідна для:

- A. Ковзання ниток актину і міозину
- B. Відкриття активних центрів актину
- C. Виходу  $Ca^{2+}$  із саркоплазматичного ретикулума
- D. Конформації тропоніну
- E. Конформації тропоміозину

3. ПКП під час нервово-м'язової передачі виникає:

- A. На постсинаптичній мембрані
- B. На пресинаптичній мембрані
- C. У синаптичній щілині
- D. На саркоплазматичному ретикулумі
- E. На міофібрилах

4. В умовах дії на скелетний м'яз отрути, що пригнічує синтез АТФ, серія подразнень приведе до ... концентрації  $Ca^{2+}$  у саркоплазмі:

- A. Збільшення
- B. Зменшення
- C. Незмінної
- D. Зниження до 0
- E. Зникнення

5. Гладкий тетанус скелетного м'яза виникає, якщо наступне подразнення потрапляє у:

- A. Фазу вкорочення попереднього скорочення
- B. Фазу розслаблення попереднього скорочення
- C. Латентний період попереднього скорочення
- D. Період спокою
- E. Будь-який період попереднього скорочення

6. Яку функцію виконують інтегральні білки мембрани?

- A. Визначають структурну цілісність мембрани
- B. Є рецепторами мембрани
- C. Утворюють іонні насоси
- D. Утворюють іонні канали
- E. Транспортну

7. Якщо наступне подразнення скелетного м'яза потрапляє у фазу розслаблення попереднього скорочення, то:

- A. Виникає зубчастий тетанус
- B. Виникає гладкий тетанус
- C. Виникає серія одиночних скорочень
- D. Скорочення не виникають
- E. Це не впливає на скорочення

8. У процесі м'язового скорочення  $Ca^{2+}$  вступає у зв'язок з:

- A. Тропоніном
- B. Тропоміозином
- C. Активними центрами актину
- D. Голівкою міозину
- E. Саркоплазматичним ретикулумом

9. Збудження в скелетному м'язі:

- A. Не поширюється з одного м'язового волокна на інше
- B. Поширюється з одного м'язового волокна на інше
- C. Поширюється з одного м'язового волокна тільки на розташоване поруч
- D. Поширюється з м'язового волокна на нервові
- E. Не відбувається

10. При зменшенні в м'язовому волокні кількості АТФ серія подразнень приведе до того, що концентрація  $Ca^{2+}$  у саркоплазмі:

- A. Збільшиться
- B. Зменшиться

- C. Не зміниться
- D. Знизиться до 0
- E. Зникне

#### **Відповіді**

1.A, 2.A, 3.A, 4.A, 5.B, 6.D, 7.A, 8.A, 9.A, 10.A.

#### **Ситуаційні завдання**

1. Визначите, скільки перехоплень Ранв'є перебуває між електродами, якщо відомо, що збудження проходить цю відстань за 140 мс.

2. Нерв подразнюється електричними стимулами різної форми: прямокутної, трикутної та синусоїдальної. Поясніть, за умов якої форми імпульсу поріг подразнення буде найменшим і чому.

3. Поясніть механізм і намалюйте графік зміни величини МПС за умов збільшення в позаклітинному просторі концентрації іонів  $K^+$ .

4. Поясніть, як вплине активація синтезу АТФ на рівень електричних потенціалів збудливої клітини. Намалюйте графік зміни величини МПС.

5. Поясніть, як зміниться МП клітини, якщо потік  $Na^+$  усередину клітини збільшиться, а кількість  $K^+$  залишиться без змін. Намалюйте графік зміни МП.

6. Поясніть механізм зміни МП нервового волокна за умов блокади  $Na^+$  каналів. Намалюйте графік зміни МП.

7. Поясніть, чому збудливість нервових волокон вища, ніж м'язових. Намалюйте графіки МП нервового і м'язового волокон.

8. Поясніть, яким чином зміниться величина МПС, якщо клітинна мембрана стане абсолютно непроникнутою для іонів. Намалюйте графік зміни величини МП.

9. Поясніть, що покаже гальванометр, якщо:

А) Мікроелектрод проколів мембрану.

Б) Уведений глибоко усередину клітини.

Намалюйте графіки МП в обох випадках.

10. Поясніть, чи може яка-небудь речовина вплинути на стан нервової клітини, якщо ця речовина не здатна пройти крізь клітинну мембрану.

11. Під впливом хімічного фактора в мембрані клітини збільшилася кількість  $K^+$  каналів, які можуть активуватися за умов збудження. Поясніть, як це позначиться на МПД і чому.

12. Поясніть явище лабільності.

1) Як визначають рівень лабільності

2) Який параметр використовують як міру лабільності збудливої тканини?

3) У яких із перерахованих тканин лабільність вища або нижча і чому: мієлінові нервові волокна, безмієлінові нервові волокна, м'язові волокна і хімічні синапси?

13. Поясніть механізм і намалюйте зміну кривої ПД під час уповільнення процесу інактивації натрієвих каналів.

14. Поясніть, чому гіперполяризація мембрани приводить до зниження рівня збудливості. Наведіть приклади графіків.

15. Нерв знаходиться під впливом тривалого електричного подразнення. Поясніть, що відбудеться з нервом, якщо нанести чергове порогове

подразнення в період гіперполяризації нервового волокна. Як називається це явище? Поясніть його механізм.

16. Поріг подразнювального струму 3 В. Тканина подразнюється струмом 10 В, але збудження не виникає. Поясніть, у якому випадку це може спостерігатися.

17. Під час виміру збудливості соми, дендритів і аксонального горбка нейрона отримані такі дані: реобаза різних структур клітини виявилася 100; 30; 10 мВ. Поясніть, яким структурам відповідає кожний із параметрів і чому.

18. Поясніть, чому збудження, переходячи в ділянку, сусідню зі збудженою, не повертається до вже пройдені точки.

19. Відомо, що сумарний МПД нерва складається з МПД дії поодиноких нервових волокон, які входять у нерв. Експериментально досліджували сумарний МПД ізольованого сідничного нерва, виділеного з великої тварини. Подразнення наносили на проксимальний кінець нерва. На дистальному кінці нерва сумарний МПД мав складну форму із кількох піків і хвиль. Амплітуда його значно зменшилася. Поясніть:

1) Із чим пов'язана зміна форми сумарного МПД за ходом проведення збудження в нерві?

2) Як діаметр нервового волокна і наявність мієліну впливають на швидкість проведення збудження?

3) Чому відбувається зменшення амплітуди сумарного МПД?

20. Намалюйте криву м'язового скорочення, позначте її фази і поясніть, які процеси відбуваються у м'язі під час латентного періоду при непрямому подразненні.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Оскільки час перескакування збудження через одну ділянку перехоплення Ранв'є дорівнює 0,07 мс, то в цьому випадку таких ділянок  $140 : 0,07 = 2000$ , а перехоплень — на одне більше, тобто 2001.

2. Найменший поріг відзначається при прямокутному стимулі подразнювального струму, бо при повільному зростанні струму через розвиток явищ акомодатії збільшується порогова сила.

3. МПС зменшиться, тому що зменшується градієнт  $K^+$  і менше іонів  $K^+$  виходитиме із клітини.

4. Порушення синтезу АТФ спричинює порушення роботи іонних насосів мембрани. У результаті цього зменшаться або зникнуть  $Na^+$  і  $K^+$  градієнти. Клітина втратить здатність до збудження, МПС зменшиться за величиною або зникне. Зменшиться амплітуда або не виникне МПД.

5. Відбудуться деполяризація мембрани і зниження МП.

6. МП збільшиться (гіперполяризація), оскільки  $K^+$  струм тепер не зменшуватиметься за рахунок протилежного струму  $Na^+$ , як було до експерименту.

7. У нерві та м'язі різниця між МП і КРД не однакова: у нерві вона менша (20 мВ), у м'язі — більша (40 мВ).

8. МПС виникає за рахунок дифузії іонів  $K^+$  із клітини у міжклітинний простір. Якби мембрана була непроникна для іонів, у тому числі й для  $K^+$ , то МПС дорівнював би нулю.

9. У тому чи іншому випадку гальванометр покаже величину, що дорівнює МПС, тому що він однаковий у будь-якій ділянці клітини.

10. Якщо речовина може блокувати іонні канали або ушкодити структурні компоненти мембрани, діючи зовні, то стан клітини зміниться.

11. Збільшується вихід  $K^+$  із клітини, збільшується МПС, збудливість знизиться, амплітуда МПД зменшиться.

12. 1) Лабільність визначають за допомогою нанесення ритмічних подразнень із частотою, що збільшується, і реєстрацією процесів збудження або скорочення в досліджуваній збудливій тканині.

2) Мірою лабільності є максимальна частота подразнення, яку збудлива тканина може відтворити без трансформації ритму за одиницю часу. Міра лабільності обернено пропорційна тривалості рефрактерного періоду.

3) Мієлінові нервові волокна мають найбільшу лабільність, безмієлінові — меншу. Лабільність м'язових волокон ще менша. Найменшу лабільність мають синапси, що пов'язано із затримкою проведення ними збудження.

13. Інактивація  $Na^+$  каналів повністю припиняє процес деполяризації мембрани, вона змінюється на реполяризацію, що спричинює відновлення вихідного рівня МП. Якщо інактивація вповільнюється, то зволікатиметься фаза деполяризації, що викличе подовження МПД.

14. За умов гіперполяризації зростає різниця між МП і КРД, тому для виникнення збудження необхідна більша сила подразнення.

15. Нерв не збуджується, тому що у цей час у результаті сумарної позитивних слідових потенціалів мембрана перебуває в стані гіперполяризації, що супроводжується зниженням збудливості. Це явище називається посттетанічним гальмуванням (гальмуванням услід за збудженням).

16. Якщо час дії подразнювального струму буде дуже коротким (відповідно до кривої Гоорвега — Лапика — Вейса).

17. Дендрит має реобазу 100 мВ, сома — 30 мВ, аксонний горбок — 10 мВ.

18. У незбудженій ділянці нормальна збудливість, а у тій, яка була щойно збуджена, виникає рефрактерність, тому збудження не може повернутися назад.

19. 1) Розшарування сумарного МПД на окремі хвилі пов'язане з різною швидкістю проведення збудження у волокнах, що утворюють нерв.

2) Швидкість проведення збудження більша в мієлінових волокнах із більшим діаметром.

3) Амплітуда сумарного потенціалу зменшується внаслідок зменшення кількості нервових волокон на дистальному кінці нерва, що пов'язано з відгалуженнями від нерва нервових волокон за ходом його довжини.

20. Подразнення називається непрямим, якщо воно передається нервом, що підходить до м'яза.

Від моменту подразнення нерва до моменту початку м'язового скорочення відбуваються такі події: збудження нерва — рух збудження нервом — збудження пресинаптичної мембрани — виділення медіатора — збудження постсинаптичної мембрани — збудження мембрани м'язового волокна — рух збудження м'язовим волокном — електромеханічне сполучення — активація актоміозинового комплексу — скорочення.

### Глава 3. НЕРВОВА РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

*Конкретні цілі:*

1. Дослідити контури біологічної регуляції функцій, пояснити роль зворотного зв'язку в забезпеченні пристосувальних реакцій організму.

2. Вивчити механізми передачі інформації в синапсах ЦНС, роль нейромедіаторів і нейромодуляторів; механізми розвитку збудження і гальмування, їх сумарну, роль цих процесів у інтегративній функції ЦНС.

3. Дослідити механізми рефлекторної регуляції функцій і роль частин рефлекторної дуги як складових контурів біологічної регуляції в забезпеченні пристосувальної реакції організму.

4. Аналізувати принципи координації рефлекторної діяльності за участі відповідних нейронних ланцюгів у забезпеченні пристосувальних реакцій організму.

5. Визначити роль різних рівнів ЦНС у забезпеченні пристосувальної реакції організму.

#### 3.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ. КОНТУРИ БІОЛОГІЧНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання основних принципів біологічної регуляції необхідне для розуміння механізмів перебігу фізіологічних процесів в організмі людини як за умов норми, так і при патологічних змінах, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Принципи біологічної регуляції фізіологічних функцій.

2. Властивості контурів біологічної регуляції та їх роль у забезпеченні пристосувальних реакцій організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Назвіть основні функції ЦНС (керування діяльністю опорно-рухового апарату, регуляція функцій внутрішніх органів, забезпечення свідомості та всіх видів психічної діяльності, організація взаємодії організму з навколишнім середовищем, трудової діяльності). Поясніть механізм їх реалізації.

2. Назвіть принципи (саморегуляція, системний, рефлекторний, принцип зворотного зв'язку і т. ін.), типи (за відхиленням, за збуренням),

види (нервовий, гуморальний, міогенний) і рівні регуляції фізіологічних функцій в організмі людини.

3. Контури біологічної регуляції.
4. Регульовані параметри і роль зворотного зв'язку в контурі біологічної регуляції.
5. Нервова регуляції функцій, її особливості, види впливів (пускові, модульовальні). Механізми їх реалізації.
6. Нейрон як структурно-функціональна одиниця ЦНС. Класифікація нейронів за морфологічними і функціональними ознаками. Властивості та функції нейронів. Нейронні ланцюги.
7. Рефлекси, їх класифікація і фізіологічне значення
8. Рецептори, їх класифікація, фізіологічна роль.
9. Поясніть поняття рецептивного поля і рефлексогенної зони рефлексу.
10. Механізми кодування збудження в рецепторах.
11. Види і механізми адаптації рецепторів.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перелічіть основні функції ЦНС і наведіть приклади їх реалізації.
2. Перелічіть принципи, типи і види регуляції фізіологічних функцій в організмі людини.
3. Намалюйте приклади контурів біологічної регуляції функцій.
4. Поясніть роль зворотного зв'язку в забезпеченні пристосувальної реакції організму.
5. Наведіть класифікацію нейронів за структурними і функціональними ознаками.
6. Намалюйте схему замкнутих нейронних ланцюгів, що пояснює можливість циркуляції збудження в ЦНС.
7. Наведіть класифікацію рефлексів. Намалюйте моносинаптичну рефлекторну дугу, вкажіть частини рефлекторної дуги і поясніть їх функціональне значення.
8. Класифікація рецепторів, їх функціональне значення.
9. Дайте визначення поняттям рецептивного поля і рефлексогенної зони рефлексу. Наведіть приклади.
10. Перелічіть види кодування і передачі інформації в ЦНС.
11. Види і механізми адаптації рецепторів.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження рецептивного поля і рефлексогенної зони на спінальній жабі з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання.)
2. Аналіз рефлекторної дуги згинального рефлексу задньої лапки жаби в процесі пристосувальної реакції організму (згинальний рефлекс задньої лапки жаби, рефлекс розгинання, рефлекс скидання (почісування) і обіймаючий (статевий) рефлекс у жаби) з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання.)

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Яка ланка контуру біологічної регуляції забезпечує можливість регуляції «за збуренням»?
  - A. Канал зовнішнього зв'язку
  - B. Канал зворотного зв'язку
  - C. Канал прямого зв'язку
  - D. Канал нерезультативного зв'язку
  - E. Жоден із каналів
2. За рахунок якого механізму біологічної регуляції здійснюється регуляція рухових функцій?
  - A. Гуморальної
  - B. Нервової
  - C. Міогенної
  - D. Ферментативної
  - E. Генної
3. Чому при вимиканні каналу зворотного зв'язку діяльність контуру біологічної регуляції стає неможливою?
  - A. Керуючий пристрій (КПр) не одержить інформацію про відхилення рецепторного потенціалу (РП)
  - B. Порушується зв'язок контуру з навколишнім середовищем
  - C. КПр не може впливати на виконуючий пристрій (ВП)
  - D. ВП не може впливати на РП
  - E. КПр не може впливати на РП
4. Кодування рецепторами інформації про якість подразника залежить від:
  - A. Високої чутливості рецепторів до всіх подразників
  - B. Високої чутливості рецепторів тільки до адекватного подразника
  - C. Локалізації рецепторів
  - D. Не залежить від подразника
  - E. Не залежить від чутливості рецепторів
5. Завдяки якому компоненту рефлекторна дуга перетворюється на рефлекторне кільце?
  - A. Детермінізму
  - B. Структурності
  - C. Єдності аналізу й синтезу
  - D. Зворотному зв'язку
  - E. Сигнальності
6. Які зміни спостерігаються на електронейрограмі нерва, що відходить від рефлексогенної зони за умов адаптації рецепторів цієї зони?
  - A. ↑ частоти й сумарного МПД
  - B. ↓ частоти й амплітуди сумарного МПД
  - C. Частота й амплітуда сумарного МПД не зміняться
  - D. Максимальне ↑ частоти й амплітуди сумарного МПД
  - E. Змін не буде
7. У якій послідовності виконують свої функції рецептори рефлексогенних зон?
  - A. Сприйняття подразника, передача інформації

В. Сприйняття подразника, аналіз і кодування інформації

С. Трансформація і передача інформації

Д. Кодування і передача інформації

Е. Сприйняття подразника, аналіз і передача інформації

8. У чому полягає роль ланки зворотної аферентації?

А. У морфологічному сполученні нервового центру з ефектором

В. В оцінці результату рефлексу

С. У поширенні збудження від аферентної ланки до еферентної

Д. У морфологічному сполученні нервового центру й аферентної ланки

Е. Усі відповіді невірні

9. Які механізми біологічної регуляції необхідні для регуляції соматичних функцій у цілісному організмі?

А. Гуморальна

В. Нервова

С. Міогенна

Д. Ферментативна

Е. Генна

10. Який параметр є адекватним подразненням для пропріорецепторів м'язових волокон?

А. Зменшення довжини м'яза

В. Збільшення довжини м'яза

С. Збільшення сили скорочення

Д. Збільшення поперечного перерізу м'яза

Е. Зменшення поперечного перерізу м'яза

### Відповіді

1.А, 2.Д, 3.А, 4.В, 5.Д, 6.В, 7.В, 8.В, 9.В, 10.В.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. Для ЦНС характерне:

А. Тільки місцеве збудження

В. Тільки збудження, що поширюється

С. Місцеве збудження і таке, що поширюється

Д. Тільки циркуляторне поширення збудження

Е. Тільки згасаюче збудження

2. Міжклітинна регуляція здійснюється в основному за рахунок:

А. Гуморальної регуляції

В. Міогенної регуляції

С. Ядерної регуляції

Д. Нервової регуляції

Е. Генної регуляції

3. У якій ділянці мембрани нейрона генерується МПД?

А. На всій мембрані тіла нейрона

В. На субсинаптичній ділянці мембрани

С. На мембрані аксонного горбка

Д. На постсинаптичній мембрані соми нейрона

Е. На мембрані дендритів

4. Як зміниться характер серії РП, якщо в рецепторі збільшиться тривалість генераторного потенціалу (ГП)?

А. Збільшиться тривалість серії МПД

В. Збільшиться амплітуда серії МПД

С. Збільшиться частота серії МПД

Д. Зменшиться частота серії МПД

Е. Зменшиться тривалість серії МПД

5. Як зміниться характер імпульсів, що генеруються рецепторами, при збільшенні порога деполяризації мембрани першого перехоплення Ранв'є?

А. Частота імпульсів зменшиться

В. Частота імпульсів збільшиться

С. Тривалість імпульсів зменшиться

Д. Тривалість імпульсів збільшиться

Е. Частота імпульсів істотно не зміниться

6. Поріг деполяризації аксонного горбка становить:

А. 10–15 мВ

В. 3–5 мВ

С. 20–30 мВ

Д. 80–90 мВ

Е. 1–2 мВ

7. Хто уперше сформулював принцип зворотної аферентації у діяльності ЦНС?

А. І. П. Павлов

В. І. М. Сеченов

С. П. К. Анохін

Д. Я. Прохазкін

Е. М. Є. Введенський

8. Що таке рефлекс?

А. Шлях, яким розповсюджується збудження у відповідь на подразнення

В. Реакція організму на подразнення за участі нервового центру

С. Центр перемикання збудження із чутливого шляху на руховий

Д. Реакція організму на подразнення

Е. Шлях збудження від рецептора до нервового центру

9. Як розташовані відносно екстрафузальних м'язових волокон м'язові веретена і яку інформацію про м'язи вони сприймають?

А. Паралельно; сприймають напругу

В. Паралельно; сприймають довжину

С. Послідовно; сприймають довжину

Д. Послідовно; сприймають напругу

Е. Перпендикулярно; сприймають довжину

10. В експерименті вивчали збудливість різних ділянок нейрона. Яка ділянка відповідає генерацією МПД на збудливий стимул порогової сили?

А. Аксональний горбок

В. Сома

С. Пресинаптичне закінчення

Д. Основа дендриту

Е. Дендритні шипики



## **Відповіді**

1.С, 2.А, 3.С, 4.А, 5.А, 6.А, 7.С, 8.В, 9.В, 10.А.

## **Ситуаційні завдання**

1. У результаті досліджень у пацієнта виявлене порушення однієї з ланок системи біологічної регуляції, що спричинило порушення програми цілеспрямованої поведінки. Поясніть, функція якого апарату системи біологічної регуляції виведена з ладу.

2. Поясніть, який принцип лежить в основі діяльності нервової системи. Намалюйте схему його реалізації.

3. Розрахуйте центральний час рефлексу в складній рефлекторній дузі, якщо в її сполученні 15 синапсів (без урахування часу поширення збудження нервовими волокнами).

4. Назвіть основні переваги нервової регуляції порівняно з гуморальною. Наведіть приклад прояву нервової регуляції.

5. Поясніть, чому жування навіть неістівних предметів або наповнення шлунка великою кількістю погано засвоюваної їжі може пригнітити відчуття голоду. Поясніть механізм цього явища.

6. За умов зміни відстані до предмета кривизна кришталика автоматично (рефлекторно) змінюється так, щоб зображення предмета на сітківці залишалось різким. Чи можна сказати, що в даному випадку відбувається регулювання за відхиленням? Якщо так, то поясніть, в чому воно виражається.

7. Смакові рецептори (сосочки) містять велику кількість холінестерази (ХЕ). Поясніть, до якого типу рецепторів вони належать — первинночутливих або вторинночутливих.

8. Для створення сценічного образу в цирку вкрили тіло артиста фарбою. Через декілька днів артист помер від перегрівання. Фарба закупорила всі протоки потових залоз, і виділення поту повністю припинилося. Поясніть, що повинне статися в системі терморегуляції, аби піт не виділявся навіть при підвищенні температури крові? Побудуйте схему системи терморегуляції.

9. У людини після вогнепального поранення в ділянці сідничного нерва на гомілці виникла незагойна виразка. Із порушенням якої функції нервової системи може бути пов'язане це явище?

## **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Порушено апарат акцептора результату дії (АРД) функціональної системи цілеспрямованої поведінки.

2. В основі діяльності нервової системи лежить рефлекторний принцип. Схема рефлекторної дуги: рецептор — аферентне нерве волокно — ЦНС — еферентне нерве волокно — ефектор.

3. Оскільки час руху збудження крізь синапс (синаптична затримка) дорівнює приблизно 0,2 мс, то центральний час рефлексу в цьому випадку  $15 \cdot 0,2 = 7,5$  мс.

4. Точна адресація збудження, більша швидкість передачі збудження, терміновість реакцій органа, що іннервується.

5. Жування якогось предмета або подразнення механорецепторів шлунка стимулює центр насичення у вентромедіальному гіпоталамусі, що, у свою чергу, гальмує центр голоду в латеральному гіпоталамусі. Це первинне (або сенсорне) насичення, завдяки якому своєчасно припиняється пошук їжі (регуляція за збуренням).

6. Регулювання за відхиленням полягає в порівнянні поточного значення регульованого показника з потрібним і усуненні виниклих відмінностей (помилки узгодження). В даному випадку потрібно отримати різке (не розпливчасте) зображення крапки. Без зусилля акомодатції ця крапка виглядатиме як розпливчаста пляма. Це і стає подразником для виникнення регуляторної реакції «за відхиленням». Кривизна кришталика змінюватиметься до тих пір, поки зображення плями не перетвориться на крапку. Це відбувається дуже швидко.

7. ХЕ розщеплює АХ, який є медіатором, що здійснює зв'язок між рецепторними клітинами. Таким чином, наявність ХЕ характерна для вторинночутливих рецепторів, якими і є рецептори смаку.

8. У схему системи терморегуляції входять: задавальний елемент (нейрони гіпоталамуса, що визначають, яку температуру потрібно підтримувати), керуючий елемент (центри теплопродукції і тепловіддачі), об'єкт управління (в даному випадку потові залози) і вимірювальний елемент (терморекцептори). Якщо порушиться робота терморекцепторів, то центри перестануть отримувати інформацію про те, якою є в кожен момент температура тіла (точніше, крові). Таким чином, у цій ситуації припиняється функціонування зворотного зв'язку. Керуючий елемент «не знає», що робити, і не видає потрібні команди, тому дія центрів на потові залози припиниться. Можливий і інший варіант. Якщо задавальний елемент встановить необхідну температуру крові на значно вищому рівні порівняно зі звичайними умовами, то навіть при підвищенні температури крові вона може не досягти цього нового рівня. Тоді центри реагуватимуть на таку кров як на «холодну», отже, не включатиметься потовиділення.

9. Відомо, що багато відділів ЦНС виконують трофічну функцію, тобто виділені нервовими закінченнями біологічно активні речовини (БАР) змінюють обмін речовин безпосередньо в клітинах. Можливо, що в результаті вогнепального поранення в даній людини відбулося ушкодження сідничного нерва, внаслідок чого порушилась трофіка тканин гомілки і виникла виразка.

## **3.2. РЕФЛЕКТОРНИЙ ПРИНЦИП ДІЯЛЬНОСТІ ЦНС. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕРВОВИХ ЦЕНТРІВ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання основних принципів діяльності ЦНС необхідне для розуміння механізмів перебігу фізіологічних

процесів у організмі людини як за умов норми, так і при патологічних змінах, що є необхідним для практичної діяльності лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Принципи нервової регуляції фізіологічних функцій.
2. Властивості нервових центрів і їх роль у забезпеченні пристосувальних реакцій організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Поясніть основні принципи рефлекторної теорії: детермінізму, структурності, аналізу і синтезу.
2. Поняття про рефлекторну дугу, функції частин цієї дуги.
3. Закони проведення збудження рефлекторною дугою.
4. Поняття про нервовий центр, його види. Наведіть приклади.
5. Перелічіть та поясніть властивості нервових центрів.
6. Тонус нервових центрів, механізми його виникнення і підтримки.
7. Явище сумації в нервових центрах, його види і механізми.
8. Явища післядії, посттетанічної потенціації, трансформації ритму в нервових центрах.
9. Вплив несприятливих факторів (гіпоксії, нікотину, наркотичних речовин) на активність нервових центрів.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть основні принципи рефлекторної теорії.
2. Опишіть, хто в якому досліді вперше довів пристосувальний характер мінливості рефлексу.
3. Намалюйте схеми соматичних рефлекторних дуг (моносинаптичної, полісинаптичної).
4. Опишіть функції частин рефлекторних дуг.
5. Укажіть види нервових центрів, наведіть приклади.
6. Перелічіть і поясніть властивості нервових центрів.

*Програма практичної роботи на занятті:* визначення часу рухового рефлексу в людини з використанням «естафетного» тесту.

**Методика визначення часу рухового рефлексу в людини з використанням «естафетного» тесту**

*Для роботи необхідні:* секундомір, 40-сантиметрова лінійка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексів рекомендується проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому разі буде помітна різниця виразності індивідуальних рефлекторних реакцій. Кожен із рефлексів експериментатор викликає по обидва боки і відзначає його виразність і симетричність.

Піддослідний витягає вперед одну руку ребром долоні вертикально вниз. Дослідник встановлює 40-сантиметрову лінійку поруч із долонею на відстані 1–2 см. Нульова позначка лінійки перебуває на рівні нижнього краю долоні. Після команди «увага» дослідник повинен протягом 5 с відпустити лінійку. У момент відпускання запускається секундомір для виміру часу реакції.

Випробуваний повинен зловити лінійку, що падає вниз. Для здійснення описаного рефлексу активізуються фоторецептори очного яблука, гангліозні нейрони зорового аналізатора, нейрони потиличної ділянки кори великих півкуль, а також нейрони рухових ділянок кори і передніх рогів сегментів спинного мозку, аксони яких іннервують м'язи, що беруть участь у даному рефлексі. Час рефлексу залежить від кількості нейронів і синапсів, залучених у процес. Збільшення часу рефлексу може спостерігатися при стомленні, зниженні лабільності нервової системи або дії нейротоксичних отрут. При гарній тренуваності піддослідного зменшується час досліджуваного рухового рефлексу і коротшає відстань між нижнім краєм долоні і нульовою оцінкою лінійки.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 3.1.

Таблиця 3.1

№	Піддослідний	Назва рефлексу	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівень замикання	Еферентна ланка	Час рефлексу, с	Відстань, см	Симетричність (D<S, D=S, D>S)
1							D S		

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Пластичність нервового центру — це:
  - А. Його здатність підсилювати рефлекторну відповідь після тривалого ритмічного подразнення
  - В. Його здатність модифікувати діапазон реалізованих реакцій
  - С. Поліпшення проведення подальших збуджень крізь синапси нервового центру
  - Д. Збереження певного рівня ЗПСП на нейронах центру
  - Е. Усі відповіді вірні
2. Збудження в нервовому центрі поширюється:
  - А. Від еферентного нейрона крізь проміжний до аферентного
  - В. Від проміжного нейрона крізь еферентний до аферентного
  - С. Від аферентного нейрона крізь проміжний до еферентного
  - Д. Від проміжного нейрона крізь аферентний до еферентного
  - Е. Від аферентного нейрона, минаючи проміжний, до еферентного
3. Завдяки чому один мотонейрон може одержувати імпульси від кількох аферентних нейронів?
  - А. Конвергенції
  - В. Аферентному синтезу

- C. Послідовній сумачії
- D. Дивергенції
- E. Іррадіації

4. Чим зумовлений тонус нервового центру?

- A. Наявністю аферентних сигналів від різних рецептивних полів
- B. Дією на нейрони метаболітів та інших гуморальних подразників із клітинного мікросередовища
- C. Спонтанною електричною активністю нейронів
- D. Усі відповіді вірні
- E. Усі відповіді невірні

5. Що розуміють під реверберацією?

- A. Невпорядковане поширення збудження в ЦНС
- B. Збільшення або зменшення кількості імпульсів у замкнутому нервовому ланцюзі
- C. Усі відповіді правильні
- D. Тривалу циркуляцію нервових імпульсів замкнутим нервовим ланцюгом
- E. Невпорядковане поширення гальмування в ЦНС

6. Яка властивість меншою мірою притаманна нервовим центрам?

- A. Пластичність
- B. Висока чутливість до хімічних подразників
- C. Здатність до сумачії збуджень
- D. Здатність до трансформації ритму
- E. Висока лабільність

7. Як називається підвищення ефекту одночасної дії двох слабких аферентних збуджень порівняно з сумою їх окремих ефектів?

- A. Сумачія
- B. Трансформація
- C. Полегшення
- D. Мультиплікація
- E. Іррадіація

8. Уповільнення проведення збудження крізь синапси нервового центру зумовлено:

- A. Синаптичною затримкою
- B. Посттетанічною потенціацією
- C. Пластичністю нервового центру
- D. Пролонгуванням
- E. Усіма вищевказаними причинами

9. Збудження в нервових центрах проводиться однобічно, що зумовлено:

- A. Синаптичною затримкою
- B. Низькою лабільністю
- C. Усі відповіді правильні
- D. Властивістю хімічних синапсів проводити збудження одним напрямком
- E. Правильні відповіді А і D

10. Як називається здатність нервового центру до відновлення функцій після ушкодження частини нейронів центру?

- A. Трансформація ритму збуджень
- B. Пластичність

- C. Лабільність
- D. Стомлюваність
- E. Адаптація

### **Відповіді**

1.В, 2.С, 3.А, 4.Д, 5.Д, 6.Е, 7.С, 8.А, 9.Д, 10.В.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Тонус нервового центру характеризується:

- A. Як пасивний процес, пов'язаний із розвитком стомлення

- B. Як активний процес, що проявляється ослабленням процесу збудження робочого органа
- C. Наявністю його певної фонові активності
- D. Усі відповіді правильні
- E. Як активний процес, пов'язаний зі стомленням

2. Яку лабільність мають нервові центри порівняно з нервовими волокнами?

- A. Більш високу
- B. Більш низьку
- C. Таку ж, як і нервові волокна
- D. Таку ж, як і м'язові волокна
- E. Таку ж, як для м'язових, так і для нервових волокон

3. Чим зумовлене явище зміни кількості нервових імпульсів в еферентних волокнах рефлекторної дуги порівняно з аферентними?

- A. Рефлекторною післядією
- B. Трансформацією ритму в нервовому центрі
- C. Наявністю домінантного вогнища збудження
- D. Посттетанічною потенціацією
- E. Усі відповіді вірні

4. Час рефлексу обчислюється від моменту впливу подразника до:

- A. Появи відповідної реакції
- B. Закінчення його дії
- C. Досягнення корисного пристосувального результату
- D. Закінчення відповідної реакції
- E. Усі відповіді вірні

5. Від чого, насамперед, залежить час рефлексу?

- A. Від виду подразника
- B. Від фізіологічних властивостей рецептора
- C. Від кількості синапсів у його рефлекторній дузі
- D. Від фізіологічних властивостей ефектора
- E. Від часу впливу подразника

6. Через який час після нанесення подразнення порогової сили настане відповідна реакція, якщо в рефлекторній дузі будуть заблоковані рецептори?

- A. Через 1–3 мс
- B. Через 1–3 с
- C. Через 3–5 с

- D. Через 5–7 с
- E. Відповідна реакція не настане

7. Яку кількість нейронів містить еферентна частина соматичної рефлекторної дуги?

- A. 1 нейрон
- B. 2 нейрони
- C. 3 нейрони
- D. 4 нейрони
- E. Жодного нейрона

8. Що лежить в основі рефлекторної післядії?

- A. Просторова сумація імпульсів
- B. Циркуляція імпульсів у «нейронній пастці»
- C. Трансформація імпульсів
- D. Послідовна сумація імпульсів
- E. Іррадіація імпульсів

9. Через деякий час після припинення дії подразника в нервовому центрі продовжує реєструватися електрична активність, що пояснюється явищем:

- A. Післядії
- B. Полегшення
- C. Сумації
- D. Гальмування
- E. Оклюзії

10. В основі якого з перерахованих рефлексів лежить моносинаптична дуга?

- A. Вісцеральний рефлекс
- B. Оборонний рефлекс
- C. Міостатичний рефлекс
- D. Аксон-рефлекс
- E. Зіничний рефлекс

### **Відповіді**

1.C, 2.B, 3.B, 4.A, 5.C, 6.E, 7.A, 8.B, 9.A, 10.C.

### **Ситуаційні завдання**

1. Розрахуйте, скільки синапсів входить до складу центральної частини рефлекторної дуги рефлексу, якщо його центральний час дорівнює 100 мс?

2. Поясніть, якою повинна бути частота подразнювальних стимулів, щоб підпороговими подразненнями викликати збудження нейрона.

3. Поясніть, чому час рефлексу залежить від кількості вставних нейронів. Намалюйте схеми дуг моносинаптичного і полісинаптичного рефлексів.

4. Поясніть, чи відбудеться збудження нейрона, якщо одночасно впливати на різні конвергуючі з ним аксони підпороговими стимулами. Чому?

5. М'язове волокно, як правило, має одну кінцеву пластинку, і кожний ПКП перевищує пороговий рівень. На центральних нейронах перебувають сотні і тисячі синапсів, і ЗПСП окремих синапсів не досягають рівня порога. Поясніть, у чому фізіологічний зміст цих розходжень.

6. Поясніть, чому за умов стомлення у людини спочатку порушується точність рухів, а потім уже сила скорочень.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Якщо час синаптичної затримки прийняти за 0,2 мс, то в центрі даного рефлексу перебуває 500 синапсів.

2. Для того щоб могла відбутися сумація медіаторів у синапсі, необхідно, щоб інтервал між подразненнями був меншим, ніж час руйнування кванта холінестеразою.

3. Час рефлексу залежить від кількості перемикачів, тобто від кількості синапсів. Чим більше вставних нейронів, тим більший центральний час рефлексу.

4. Збудження відбудеться, тому що при одномоментному підпороговому подразненні кількох синапсів на постсинаптичній мембрані реєструватиметься сумація підпорогових квантів медіатора (просторова сумація).

5. М'язове волокно не має інтегративної функції. Після виникнення збудження воно щоразу має скоротитися. Нейрон же одержує різного роду сигнали і повинен вибрати, на які відповідати. Тому необхідні одночасне збудження багатьох синапсів і його алгебраїчна сумація. У результаті відбудеться переважання ЗПСП над ГПСП або навпаки.

6. Нервові центри стомлюються швидше, ніж м'язи, тому за рахунок порушення процесів координації рухів порушується їх точність.

### **3.3. СИНАПСИ ЦНС. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ЗБУДЖЕННЯ І ГАЛЬМУВАННЯ В ЦНС. КООРДИНАЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЦНС**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання основних принципів координаційної діяльності ЦНС необхідне для розуміння перебігу фізіологічних процесів у організмі людини як за умов норми, так і при патологічних змінах, що є необхідним для практичної діяльності лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Фізіологічні властивості центральних синапсів.

2. Механізми процесів збудження і гальмування в ЦНС.

3. Принципи координаційної діяльності ЦНС.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Центральні синапси, їх класифікація, будова, функції і механізми передачі інформації.

2. Збудливі синапси, їх нейромедіатори, циторецептори. Параметри ЗПСП і його фізіологічна роль.

3. Гальмівні синапси, їх медіатори. Механізми постсинаптичного гальмування; ГПСП і механізми пресинаптичного гальмування.

4. Нейромедіатори (АХ, НА, дофамін, гліцин, ГАМК, глутамат, серотонін, оксид азоту й ін.).

5. Нейромодулятори (нейропептиди, нейростероїди й ін.).

6. Процеси збудження у ЦНС, залежність сили збудження від сили подразнення.

7. Процеси гальмування в ЦНС, види і механізми центрального гальмування. Праці І. М. Сеченова з центрального гальмування.

8. Види і механізми сумачії збудження і гальмування нейронами ЦНС.

9. Принципи координаційної діяльності ЦНС (конвергенція, дивергенція, мультиплікація, іррадіація, індукція, оклюзія, принцип загального кінцевого шляху, доміанти, детермінанти).

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перелічіть типи синапсів за місцем контакту нейронів, за механізмом передачі збудження та за функцією.

2. Наведіть нервовий синапс, вкажіть його частини і фізіологічне значення.

3. Побудуйте графік ЗПСР і поясніть механізм його виникнення.

4. Зобразіть графік ГПСР і поясніть механізм його виникнення в постсинаптичному гальмівному синапсі.

5. Намалюйте зміни МП постсинаптичної мембрани при виникненні пресинаптичного гальмування і поясніть їх виникнення.

6. Намалюйте схему сумачії збудження в ЦНС за умов просторової і часової (последовної) сумачії.

7. Складіть схему розвитку пресинаптичного і постсинаптичного, зворотного, реципрокного і латерального гальмування.

8. Перелічіть принципи координаційної діяльності ЦНС і намалюйте їх схеми.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження явища лабільності синапсів рефлекторної дуги людини.

**Методика оцінки лабільності синапсів рефлекторної дуги в людини з використанням «тепінг»-тесту**

Лабільність визначають за допомогою нанесення ритмічних подразнень із частотою, що збільшується, і реєстрацією процесів збудження в досліджуваній збудливій тканині. Мірою лабільності є максимальна частота подразнення, яку збудлива тканина може відтворити без трансформації ритму за одиницю часу. Міра лабільності обернено пропорційна тривалості рефрактерного періоду. Найменшу лабільність мають синапси, що пов'язано із затримкою проведення ними збудження. За умов збільшення швидкості нанесення ритмічних подразнень існує «критична» частота подразнень, більше якої синапси не здатні відтворювати збудження, не трансформуючи його, що зумовлено їхньою лабільністю.

*Для роботи необхідні:* секундомір, аркуш паперу, олівець середньої м'якості.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рекомендується проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця виразності індивідуальних рефлекторних реакцій. Кожен із рефлексів експериментатор викликає по обидва боки, відзначаючи його виразність і симетричність.

Піддослідні за командою експериментатора в максимальному темпі починають ставити крапки на лівій половині аркуша паперу протягом 10 с. Після закінчення часу експериментатор подає

сигнал і піддослідні починають виконувати ту ж роботу на правій стороні аркуша протягом 10 с. Після закінчення роботи піддослідні підраховують кількість крапок на правій половині аркуша, з'єднуючи їх лініями. Крапки на лівій половині аркуша до уваги не беруться, оскільки виконані для тренування. Потім беруть олівець в другу руку, повторно виконують тест і оцінюють результати. У нормі за 10 с людина встигає вдарили олівцем по папері 70–80 разів. Зниження результатів може спостерігатися при стомленні, зниженні лабільності нервової системи або дії нейротоксичних отрут. Збільшення лабільності можливе за умов гарної тренуваності піддослідного, у результаті збільшення активності синапсів рефлекторної дуги.

*Оформлення результатів і їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 3.2.

Таблиця 3.2

№	Піддослідний	Назва рефлексу	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівень замикання	Еферентна ланка	Час рефлексу, с	Симетричність (D<S, D=S, D>S)
1							D	
							S	

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

- У чому полягає роль синапсів ЦНС?
  - Є місцем виникнення збудження в ЦНС
  - Формують МПС нервової клітини
  - Передають збудження з одного нейрона на інший
  - Проводять струми спокою
  - Усі відповіді правильні
- Як називається здатність нейрона встановлювати численні синаптичні зв'язки з різними нервовими клітинами?
  - Конвергенція
  - Пролонгування
  - Сумація
  - Дивергенція
  - Трансформація ритму
- Як називається сходження різних шляхів проведення нервових імпульсів до однієї і тієї ж нервової клітини?
  - Дивергенція
  - Пролонгування
  - Сумація
  - Трансформація
  - Конвергенція
- Який фізіологічний процес лежить в основі явища, під час якого збудження пресорного

відділу судинорухального центру супроводжується пригніченням його депресорного відділу?

- A. Дивергенція
- B. Реципрокне гальмування
- C. Конвергенція
- D. Трансформація ритму
- E. Сумація

5. Як називається гальмування нейронів власними імпульсами, що надходять колатеральними аксона до гальмівних клітин?

- A. Вторинним
- B. Реципрокним
- C. Поступальним
- D. Поворотним
- E. Латеральним

6. Як називається більш слабкий ефект одночасної дії двох сильних аферентних збуджень, ніж сума їх роздільних ефектів?

- A. Гальмуванням
- B. Оклюзією
- C. Знижувальною трансформацією
- D. Конвергенцією
- E. Негативною індукцією

7. За участі яких синапсів переважно здійснюється проведення збудження в ЦНС?

- A. Електричних
- B. Змішаних
- C. Хімічних
- D. Гальмівних
- E. Контактних

8. ЗПСР є наслідком локальної:

- A. Гіперполяризації
- B. Поляризації
- C. Деполяризації
- D. Усі відповіді вірні
- E. Усі відповіді невірні

9. ЗПСР виникає в результаті відкриття на постсинаптичній мембрані каналів для іонів:

- A.  $Cl^-$
- B.  $K^+$
- C.  $Na^+$
- D.  $Mg^{2+}$
- E.  $Ca^{2+}$

10. За умов тривалого подразнення шкіри лапки жаби рефлекторне відсмикування лапки припиняється через розвиток стомлення у:

- A. М'язах лапки
- B. Нервово-м'язових синапсах
- C. Усі відповіді вірні
- D. Нервовому центрі рефлексу
- E. Нервах лапки

### **Відповіді**

1.C, 2.D, 3.D, 4.B, 5.D, 6.B, 7.C, 8.C, 9.C, 10.D.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Завдяки чому один мотонейрон може одержувати імпульси від кількох аферентних нейронів?

- A. Конвергенції
- B. Аферентному синтезу
- C. Послідовній сумації
- D. Дивергенції
- E. Іррадіації

2. Що спостерігається під час постановки досліду «сеченовського» гальмування?

- A. Наявність збудливих впливів з боку головного мозку на спинномозкові рефлекси
- B. Наявність гальмівних впливів з боку головного мозку на спинномозкові рефлекси
- C. Наявність збудливих впливів спинного мозку на рефлекторну діяльність головного мозку
- D. Наявність гальмівних впливів спинного мозку на рефлекторну діяльність головного мозку
- E. Усі відповіді невірні

3. Що лежить в основі принципу загального кінцевого шляху?

- A. Морфологічне переважання аферентних нейронів над еферентними
- B. Конкурентна боротьба між різними аферентними збудженнями, що одночасно приходять до одного еферентного нейрона
- C. Мотонейрон є кінцевою ланкою будь-якої рефлекторної рухової реакції
- D. Усі відповіді вірні
- E. Усі відповіді невірні

4. Хто вперше сформулював принцип домінанти?

- A. М. Є. Введенський
- B. І. П. Павлов
- C. І. М. Сеченов
- D. Ч. Шеррингтон
- E. О. О. Ухтомський

5. Яку роль відіграє гальмування у роботі нервових центрів?

- A. Служить для замикання рефлекторної дуги у відповідь на подразнення
- B. Стимулює роботу нервових центрів
- C. Виконує охоронну, регульовальну і координувальну функції
- D. Забезпечує об'єднання клітин ЦНС у нервові центри
- E. Виконує тільки охоронну функцію

6. Для розвитку гальмування в ЦНС необхідно все, крім:

- A. Медіатора
- B. Енергії АТФ
- C. Відкриття  $Cl^-$  каналів
- D. Відкриття  $K^+$  каналів
- E. Порушення цілісності нервового центру

7. Які іони визначають виникнення ГПСП?  
 А.  $\text{Na}^+$   
 В.  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$   
 С.  $\text{Ca}^{2+}$   
 D.  $\text{K}^+$  і  $\text{Cl}^-$   
 E.  $\text{Cl}^-$
8. У яких синапсах розвивається пресинаптичне гальмування?  
 А. Аксоносоматичних  
 В. Соматосоматичних  
 С. Аксо-аксональних  
 D. Аксонодендральних  
 E. У всіх синапсах
9. Механізм пресинаптичного гальмування переважно пов'язаний з:  
 А. Тривалою деполяризацією  
 В. Гіперполяризацією  
 С. Роботою  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  насоса  
 D. Роботою  $\text{Ca}^{2+}$  насоса  
 E. Тривалою реполяризацією
10. Які властивості має домінантне вогнище?  
 А. Підвищену збудливість  
 В. Інертність  
 С. Здатність гальмувати субдомінантні вогнища збудження  
 D. Здатність до сумації субдомінантних збуджень  
 E. Усі відповіді вірні

#### Відповіді

1.А, 2.В, 3.Д, 4.Е, 5.С, 6.Е, 7.Д, 8.С, 9.А, 10.Е.

#### Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте, на скількох нейронах конвергують аксони, якщо за умов подразнення одного аксона збуджуються 3 нейрони, а під час подразнення іншого — 6. Під час спільного подразнення збуджується 15 нейронів.
2. У процесі розглядання складного зображення або прослуховування музичного фрагмента піддослідний виділяє їх світлові, кольорові та звукові характеристики. Поясніть, який вид центрального гальмування лежить в основі поліпшення розходжень частоти звуків, виділення контурів зображення, диференціації сусідніх точок дотику на шкірі. Які види центрального гальмування вам відомі? Дайте визначення центральному гальмуванню.
3. Поясніть, що відбудеться в нервовому центрі, якщо імпульси надходять до його нейронів із частотою, за якої АХ не встигає повністю зруйнуватися холінергасною і нагромаджується на постсинаптичній мембрані у великій кількості.
4. Поясніть, чому за умов введення стрихніну у жаби спостерігаються судоми у відповідь на будь-яке, навіть найлегше подразнення.
5. Навчаючись письму, дитина «допомагає» собі головою і язиком. Поясніть, який механізм цього явища.

6. Поясніть, яку фізіологічну роль відіграють клітини Реншоу в діяльності нейронів спинного мозку. Намалюйте схему зворотного гальмування.

#### Відповіді до ситуаційних завдань

1. На 6 нейронах:  $15 - (6+3) = 6$ .
2. 1) Латеральне гальмування.  
 2) Пресинаптичне, постсинаптичне, зворотне, реципрокне, латеральне, гальмування слідом за збудженням, песимальне.
- 3) Гальмування — це фізіологічний процес, що виникає в центральній нервовій системі на основі збудження, яке приводить до зменшення або повного припинення поточної реакції.
3. У цьому випадку АХ викликає стійку деполяризацію постсинаптичної мембрани і як наслідок цього — катодичну депресію Веріго (песимальне гальмування).
4. Стрихнін блокує гальмівні синапси в спинному мозку жаби і підсилює іррадіацію збудження в ЦНС.
5. Сильне збудження, що виникає за умов недостатнього освоєння рухової навички, приводить до явища іррадіації збудження і залучення до процесу додаткових м'язів.
6. Клітини Реншоу викликають гальмування діяльності мотонейрона за рахунок механізму зворотного гальмування.

## Глава 4. РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У РЕГУЛЯЦІЇ МОТОРНИХ ФУНКЦІЙ

#### Конкретні цілі:

1. Робити висновки про стан рухових функцій організму — пози, локомоції, рухових рефлексів, що виникають після поперечного перерізання на різних рівнях ЦНС і за умов ушкодження рухових структур.
2. Робити висновки про стан рухових систем організму, які поєднують структури різних рівнів ЦНС, і про їх організацію.
3. Аналізувати регульовані параметри під час здійснення рухових рефлексів і механізми активації рецепторів як слідкуючих пристроїв.
4. Робити висновки про стан рухових рефлексів, що замикаються на різних рівнях ЦНС, описувати будову та функції їх рефлекторних дуг.
5. Робити висновки про стан провідних шляхів ЦНС, оцінювати їх роль у забезпеченні сенсорних і рухових функцій.
6. Аналізувати механізми впливу структур переднього мозку і стовбура на активність моторних систем спинного мозку.
7. Аналізувати вікові особливості регуляції рухових функцій.
8. Пояснювати роль кори головного мозку і лімбічної системи у формуванні системної діяльності організму.

9. Пояснювати фізіологічні основи електроенцефалографії (ЕЕГ).

#### 4.1. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ СПИННОГО МОЗКУ В РЕГУЛЯЦІЇ МОТОРНИХ ФУНКЦІЙ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі спинного мозку в регуляції моторних функцій необхідне для розуміння перебігу фізіологічних процесів у організмі людини як за умов норми, так і під час патологічних змін, знання яких є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову і функції спинного мозку.
2. Роль структур спинного мозку в забезпеченні рухових функцій організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Функції спинного мозку.
2. Роль передніх і задніх корінців спинного мозку.
3. Рухові системи спинного мозку, їх організація та механізми координації (конвергенція, дивергенція, види гальмування мотонейронів спинного мозку — поворотне, реципрокне).
4. Роль спинного мозку в регуляції м'язового тону.
5. Фізіологічна характеристика пропріорецепторів: м'язові веретена, їх будова і функції.
6. Сухожильні рецептори Гольджи, їх функції, рефлекси із сухожильних рецепторів.
7. Класифікація рефлексів спинного мозку.
8. Рефлекси розтягування, їх рефлекторні дуги, функції гамма-петлі.
9. Роль рефлексів розтягування в регуляції тону (тонічні рефлекси) і довжини м'язів (фазні рефлекси).
10. Наслідки перерізання спинного мозку на різних рівнях у тварин або ушкоджень у людини.
11. Провідникова функція спинного мозку, її роль у регуляції рухових функцій.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перелічіть рефлекси спинного мозку. Дайте їх класифікацію.
2. Охарактеризуйте сухожильні, шкірно-м'язові і вісцеро-м'язові рефлекси.
3. Намалюйте схему рефлекторної дуги колінного й ахіллового рефлексу.
4. Укажіть центри спинного мозку, їх розташування і роль.
5. Намалюйте будову м'язових веретен та їх сполучення з м'язовими волокнами.
6. Зобразіть будову сухожильних рецепторів Гольджи та їх сполучення з м'язовими волокнами.
7. Намалюйте альфа- і гамма-петлі мотонейронів спинного мозку, опишіть їх значення.
8. Укажіть, з якими структурами мозку пов'язані тонічні рефлекси.
9. опишіть клінічне значення дослідження спінальних рефлексів.
10. Перелічіть провідні шляхи спинного мозку, їх функціональне значення.

11. опишіть синдром Броун-Секара, який виникає за умов перерізання половини спинного мозку у тварин і в людини.

12. опишіть ознаки спінального шоку і причини його виникнення.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження сухожильних рефлексів людини (колінного, ахіллового, ліктьового).
2. Дослідження шкірних рефлексів людини (чревних, підшовних).

#### *Методика дослідження сухожильних рефлексів людини*

*Для роботи необхідні:* перкусійний молоток, стілець із можливістю регулювання висоти сидіння.  
*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексів рекомендується проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця виразності індивідуальних рефлекторних реакцій. Кожен із рефлексів експериментатор викликає по обидва боки і відзначає його виразність і симетричність.

Колінний рефлекс викликається легким ударом по сухожиллю чотириголового м'яза нижче колінної чашечки. Випробуваний сидить на стільці, розташувачи одну ногу поруч з другою, гомілки вільно звисають під прямим кутом до стегон, стопи не повинні впиралися в підлогу. Після удару молоточком виникає скорочення чотириголового розгинача стегна і легке розгинання гомілки. Рефлекторна дуга колінного рефлексу: механорецептори — чутливі волокна стегового нерва — мотонейрони L<sub>III-IV</sub> сегментів спинного мозку — рухові волокна стегового нерва — чотириголовий м'яз стегна.

Рефлекс із сухожилля двоголового м'яза плеча викликається за умов легкого згинання в ліктьовому суглобі. Експериментатор кладе передпліччя піддослідного на передпліччя своєї лівої руки. Кисть лівої руки експериментатора перебуває під ліктьовим суглобом випробуваного. Великий палець лівої кисті експериментатора перебуває на сухожиллі біцепса піддослідного, і на кінцеву фалангу цього пальця наноситься удар молоточком. Відповідна реакція — згинання руки в ліктьовому суглобі руки піддослідного. Рефлекторна дуга біцепс-рефлексу: механорецептори — чутливі волокна м'язово-шкірного нерва — мотонейрони C<sub>V-VI</sub> — рухові волокна м'язово-шкірного нерва — двоголовий м'яз плеча.

Рефлекс із сухожилля триголового м'яза плеча викликається за умов бокового відведення дорги і назовні руки. Експериментатор лівою рукою фіксує плечі піддослідного, не знижуючи рухливість ліктьового суглоба. Передпліччя повинне вільно звисати вниз під прямим кутом до плеча. При ударі молоточка по сухожиллю триголового м'яза над ліктьовим відростком виникає розгинання руки в ліктьовому суглобі. Рефлекторна дуга трицепс-рефлексу: механорецептори — чутливі волокна променевого нерва — рухові нейрони C<sub>VII-VIII</sub> — рухові волокна променевого нерва — триголовий м'яз плеча.



Ахіллів рефлекс викликається легким ударом молоточка по сухожиллю литкового м'яза над п'ятковою кісткою. Піддослідному пропонують стати на стілець на коліна таким чином, щоб стопи обох ніг вільно звисали. Руками піддослідний тримається за спинку стільця. Під час удару молоточком виникає легке підшовне згинання стопи. Рефлекторна дуга ахіллового рефлексу: механорецептори — чутливі волокна великогомілкового нерва — мотонейрони S<sub>1-2</sub> сегментів спинного мозку — рухові волокна великогомілкового нерва — литковий м'яз.

*Оформлення результатів та їх оцінка:* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 4.1.

Таблиця 4.1

№	Піддослідний	Назва рефлексу	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівень замикання	Еферентна ланка	Виразність рефлексу (D<S, D = S, D>S)
1							
2							

### Методика дослідження шкірних рефлексів людини

Для роботи необхідний перкусійний молоток. Об'єкт дослідження — людина.

*Проведення роботи.* Черевні рефлекси викликаються енергійним поперечним штриховим подразненням шкіри живота (на рівні пупка — середньочеревний, нижче реберних дуг — верхньочеревний, над паховими складками — нижньочеревний) у напрямку до серединної лінії живота загостреним кінцем рукоятки молотка. Відповідна реакція — скорочення м'язів живота. Рефлекторна дуга верхньочеревного рефлексу: механорецептори шкіри — чутливі волокна 7–8-го міжреберних нервів — рухові нейрони Th<sub>VIII-IX</sub> сегментів спинного мозку — рухові волокна 7–8-го міжреберних нервів — м'язи, що скорочують верхню частину передньої стінки живота. Рефлекторна дуга середньочеревного рефлексу: механорецептори шкіри — чутливі волокна 9–10-го міжреберних нервів — рухові нейрони Th<sub>IX-X</sub> — рухові волокна 9–10-го міжреберних нервів — м'язи, що скорочують середню частину передньої стінки живота. Рефлекторна дуга нижньочеревного рефлексу: механорецептори шкіри — чутливі волокна 11–12-го міжреберних нервів — рухові нейрони Th<sub>XI-XII</sub> — рухові волокна 11–12-го міжреберних нервів — м'язи, що скорочують нижню частину передньої стінки живота.

Підшовний рефлекс викликається позовжнім штриховим подразненням шкіри підшови загостреним кінцем рукоятки молотка із зусиллям до кінця подразнення. Відповідна реакція в умо-

вах норми — згинання пальців нижньої кінцівки і стопи. Рефлекторна дуга підшовного рефлексу: механорецептори шкіри — чутливі волокна n. ischiadicus — рухові нейрони S<sub>1-2</sub> сегментів спинного мозку — рухові волокна n. ischiadicus — м'язи, що згинають стопу і пальці ніг.

*Оформлення результатів та їх оцінка:* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 4.1.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

- Якими волокнами імпульси зі спинного мозку надходять до м'язових веретен?
  - Альфа-аферентними
  - Гамма-еферентними
  - Гамма-аферентними
  - Волокнами групи С
  - Волокнами групи В
- Які рецептори реагують на зміну довжини і швидкості зміни довжини м'яза?
  - Рецептори суглобів
  - Рецептори м'язових веретен
  - Сухожильний орган Гольджі
  - Тільця Пачіні, Мейснера
  - Тільця Руфіні, Краузе
- Який параметр рухів кінцівки є адекватним подразненням для рецепторів суглобових сумок?
  - Збільшення сили скорочення
  - Зміна довжини м'яза
  - Зміна кута між кістками в суглобі
  - Зміна поперечного розміру м'яза
  - Зміна прискорення скорочення м'яза
- Якими волокнами імпульси від м'язових веретен надходять у спинний мозок?
  - Альфа-аферентними
  - Гамма-еферентними
  - Гамма-аферентними
  - Волокнами групи С
  - Волокнами групи В
- На якому рівні спинного мозку замикаються ліктьові рефлекси?
  - Шийні V–VI сегменти
  - Грудні сегменти
  - Поперекові сегменти
  - Крижові сегменти
  - Шийні VII–VIII сегменти
- На якому рівні спинного мозку замикаються колінні рефлекси?
  - Шийні сегменти
  - Грудні сегменти
  - Поперекові II–IV сегменти
  - Крижові сегменти
  - Поперекові V–VI сегменти
- На якому рівні спинного мозку замикається ахіллів рефлекс?
  - Шийні сегменти
  - Крижові III–IV сегменти

- С. Поперекові сегменти
- Д. Крижові I–II сегменти
- Е. Грудні сегменти

8. На якому рівні спинного мозку замикається подошовний рефлекс?

- А. Шийні сегменти
- В. Поперекові сегменти
- С. Крижові I–II сегменти
- Д. Грудні сегменти
- Е. Крижові III–IV сегменти

9. На якому рівні спинного мозку замикається верхній черевний рефлекс?

- А. Шийні сегменти
- В. Поперекові сегменти
- С. Крижові I–II сегменти
- Д. Грудні VIII–IX сегменти
- Е. Крижові III–IV сегменти

10. На якому рівні спинного мозку замикається середній черевний рефлекс?

- А. Шийні сегменти
- В. Грудні IX–X сегменти
- С. Крижові I–II сегменти
- Д. Грудні VIII–IX сегменти
- Е. Крижові III–IV сегменти

### **Відповіді**

1.В, 2.В, 3.С, 4.С, 5.А, 6.С, 7.Д, 8.С, 9.Д, 10.В.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. На якому рівні спинного мозку замикається нижній черевний рефлекс?

- А. Грудні XI–XII сегменти
- В. Грудні IX–X сегменти
- С. Крижові I–II сегменти
- Д. Грудні VIII–IX сегменти
- Е. Крижові III–IV сегменти

2. Яке фізіологічне значення вентрального спіноталамічного провідного шляху?

- А. Тактильна чутливість
- В. Больова і температурна чутливість
- С. Підтримка пози і рівноваги тіла
- Д. Довільні рухи
- Е. Зорові й слухові рухові рефлекси (рефлекси чотиригорбикового тіла)

3. Яке фізіологічне значення дорсального спіноталамічного провідного шляху?

- А. Тактильна чутливість
- В. Больова і температурна чутливість
- С. Підтримка пози і рівноваги тіла
- Д. Довільні рухи
- Е. Зорові і слухові рухові рефлекси (рефлекси чотиригорбикового тіла)

4. Яке фізіологічне значення вентрального вестибулоспінального провідного шляху?

- А. Тактильна чутливість
- В. Больова і температурна чутливість
- С. Підтримка пози й рівноваги тіла

- Д. Довільні рухи
- Е. Зорові й слухові рухові рефлекси (рефлекси чотиригорбикового тіла)

5. Яке фізіологічне значення вентрального кортикоспінального (пірамідного) провідного шляху?

- А. Тактильна чутливість
- В. Больова і температурна чутливість
- С. Підтримка пози і рівноваги тіла
- Д. Довільні рухи
- Е. Зорові й слухові рухові рефлекси (рефлекси чотиригорбикового тіла)

6. Яке фізіологічне значення тектоспінального провідного шляху?

- А. Тактильна чутливість
- В. Больова і температурна чутливість
- С. Підтримка пози і рівноваги тіла
- Д. Довільні рухи
- Е. Зорові і слухові рухові рефлекси (рефлекси чотиригорбикового тіла)

7. Основна фізіологічна функція альфа-мотонейронів:

- А. Іннервація екстрафузальних м'язових волокон
- В. Іннервація інтрафузальних м'язових волокон
- С. Іннервація екстра- й інтрафузальних волокон
- Д. Не іннервують екстрафузальні волокна
- Е. Не іннервують ніякі м'язові волокна

8. Основна фізіологічна функція гамма-мотонейронів:

- А. Іннервація екстрафузальних м'язових волокон
- В. Іннервація інтрафузальних м'язових волокон
- С. Іннервація екстра- й інтрафузальних волокон
- Д. Не іннервують екстрафузальні волокна
- Е. Не іннервують ніякі м'язові волокна

9. Основна фізіологічна функція бета-мотонейронів:

- А. Іннервація екстрафузальних м'язових волокон
- В. Іннервація інтрафузальних м'язових волокон
- С. Іннервація екстра- й інтрафузальних волокон
- Д. Не іннервують екстрафузальні волокна
- Е. Не іннервують ніякі м'язові волокна

10. В яких сегментах спинного мозку розвиваються явища спінального шоку?

- А. Каудальніше місця травми
- В. Вентральніше місця травми
- С. Дорсальніше місця травми
- Д. Медіальніше місця травми
- Е. Ні в яких із перерахованих

### **Відповіді**

1.А, 2.А, 3.В, 4.С, 5.С, 6.Е, 7.А, 8.В, 9.С, 10.А.

### Ситуаційні завдання

1. В експерименті на мавпі реєструється імпульсна активність нервів, що несуть інформацію від пропріоцепторів м'яза-згинача і рецепторів сумки ліктьового суглоба.

1) Назвіть, які рецептори м'язів і суглобів ви знаєте.

2) Яку інформацію посилають дані рецептори під час згинання і розгинання кінцівки в ліктьовому суглобі?

3) Чи збережуться рухи кінцівки в суглобі після перерізання зазначених нервів?

2. Два студенти вирішили довести в експерименті, що тонус скелетних м'язів підтримується рефлекторно. Двох спінальних жаб підвісили на гачку. Нижні лапки в них були трохи підгорнуті, що свідчить про наявність тонусу. Потім перший студент перерізував передні корінці спинного мозку, а другий — задні. В обох жаб лапки зависли, як батіг. Який із студентів поставив дослід правильно? Поясніть відповідь.

3. Коли колінний рефлекс у людини виражений слабко, для його посилення іноді пропонують піддослідному зчепити руки перед грудьми і тягти їх у різні сторони (прийом Ендрашека), або стиснути зуби, рахувати, або ставити йому питання. Поясніть, чому це приводить до посилення рефлексу.

4. У людини діагностований повний розрив спинного мозку між грудним і поперековим відділом. Чи будуть у неї спостерігатися розлади акту дефекації і сечовипускання? Якщо так, то в чому вони проявляться в різний термін після травми?

5. У жаби був викликаний згинальний рефлекс. При цьому збуджуються центри згиначів і гальмуються реципрокно центри розгиначів. Під час дослідів реєструють постсинаптичні потенціали мотонейронів. Яка з відповідей (ЗПСП згинача або ГПСП розгинача) реєструється пізніше? Поясніть свою відповідь.

6. Під час вставання людини на неї починає діяти сила тяжіння. Поясніть, чому при цьому ноги не підгинаються.

7. У новонароджених дітей можна викликати деякі примітивні рефлекси, які здійснюються спинним мозком (наприклад, рефлекс Бабинського). У дорослого ці рефлекси відсутні. Поясніть, з чим це пов'язане.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. 1) Нерви м'язових веретен, рецептори сухожильного органа Гольджі, рецептори суглобової сумки.

2) Рецептори м'язових веретен триголового м'яза посилають інформацію про ступінь, швидкість і прискорення його розтягування; рецептори сухожильного органа Гольджі — про величину м'язової напруги; суглобні рецептори — про величину і швидкість зміни кута між передпліччям і плечем.

3) Збережуться.

2. Другий студент поставив дослід вірно. Якщо тонус м'язів підтримується рефлекторно, то існує постійне збудження в нервових центрах, що

впливає на ці м'язи. Тонус цих центрів підтримується аферентними імпульсами, що постійно надходять від різних рецепторів. Отже, щоб довести рефлекторну природу м'язового тонусу, потрібно перервати потік аферентних імпульсів. Для цього слід перерізати задні корінці. Перерізання ж передніх корінців просто позбавляє м'язи іннервації, але не доводить рефлекторну природу їх тонусу.

3. При виконанні колінного рефлексу подразнюються тільки рецептори чотириголового м'яза стегна. Якщо зчепити руки, додатково подразнюються рецептори м'язів верхньої кінцівки. При цьому в мотонейрони спинного мозку надходить додатковий потік аферентних імпульсів і виникає явище полегшення, що проявляється в посиленні колінного рефлексу.

4. Відразу ж після такої травми у людини настає повне гальмування тазових функцій внаслідок розвитку спінального шоку. Після того як явища спінального шоку минуть, спостерігається мимовільне рефлекторне спорожнювання прямої кишки і сечового міхура в міру їх наповнення.

5. Збудливий вплив на м'яз передається безпосередньо з відповідного мотонейрона, а гальмівний вплив на м'яз-антагоніст через додатковий вставний гальмівний нейрон. Тому в результаті синаптичної затримки ГПСП розгинача реєструється пізніше, ніж ЗПСП згинача.

6. Під дією сили маси розтягуються чотириголові м'язи стегна і закладені в них м'язові веретена. Останнє приводить до збудження альфамотонейронів чотириголового м'яза, і його тонус підвищується, не даючи нозі зігнутися.

7. У міру дозрівання людини вищі відділи мозку повністю підпорядковують собі спінальні центри й пригнічують деякі зі спінальних рефлексів. За умов патології вони знову можуть проявитися (наприклад, при менінгіті).

## 4.2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЗАДНЬОГО, СЕРЕДНЬОГО МОЗКУ І РЕТИКУЛЯРНОЇ ФОРМАЦІЇ В РЕГУЛЯЦІЇ РУХОВИХ ФУНКЦІЙ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі структур заднього і середнього мозку в регуляції фізіологічних функцій необхідне для розуміння перебігу різних процесів у організмі людини як за умов норми, так і при патологічних змінах, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову і функції структур заднього і середнього мозку.

2. Роль структур заднього і середнього мозку в забезпеченні рухових функцій організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Будова і функції довгастого мозку і мосту, їх роль у процесах регуляції м'язового тонусу, рухів і функцій вегетативних систем.

2. Рефлекси довгастого мозку (бульбарні рефлекси), їхні відмінності від спінальних рефлексів.

3. Низхідні провідні шляхи та їх роль у регуляції активності альфа- і гамма-мотонейронів.

4. Тонічні лабіринтові рефлекси і роль вестибулярного апарату (рецепторів *sacculus i utriculus*) у регуляції тону та пози.

5. Тонічні шийні рефлекси.

6. Будова і функції середнього мозку: значення провідникової функції, роль рефлекторної функції, центри середнього мозку.

7. Рефлекси заднього мозку: а) статичні і статокінетичні рефлекси; б) рефлекси випрямлення (лабіринтні і шийні); в) повороти голови і роль рецепторів півколових каналів у збереженні рівноваги за умов зміни швидкості або кута руху.

8. Роль середнього мозку в регуляції стереотипних мимовільних рухів. Орієнтовні рефлекси середнього мозку, їх характеристика і механізми. Вестибулярні механізми стабілізації очних яблук.

9. Відмінності мезенцефалічних рефлексів від спінальних і бульбарних рефлексів.

10. Роль заднього і середнього мозку в забезпеченні пози: вестибулярних ядер, червоних ядер, ретикулярної формації (РФ).

11. Децеребраційна ригідність, механізми її виникнення. Роль стовбура мозку в регуляції тону мускулатури.

12. Функції РФ стовбура мозку: висхідні та низхідні впливи, інтегративна роль. Роботи Мегуна і Моруці.

*Питання для письмової відповіді:*

1. Перелічіть центри довгастого мозку, опишіть їх функціональне значення.

2. Перелічіть центри середнього мозку, опишіть їх функції.

3. Опишіть рефлекси, що регулюють тону м'язів, співвідношення спінальних, бульбарних і мезенцефалічних структур у здійсненні регуляції тону м'язів.

4. Намалюйте схему співвідношень бульбарних ядер з ядрами середнього мозку.

5. Опишіть роль бугрів чотиригорбикового тіла в рефлекторній діяльності середнього мозку.

6. Опишіть роль червоного ядра і чорної субстанції в регуляції м'язового тону.

7. Опишіть участь РФ стовбура мозку у формуванні цілісної діяльності організму.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження ролі вестибулярних ядер довгастого мозку в підтримці м'язового тону і координації рухів у людини (обертова проба).

**Методика дослідження ролі вестибулярних ядер у підтримці м'язового тону і координації рухів у людини (обертова проба)**

*Для роботи необхідні:* крісло Бараньї або обертовий стілець, секундомір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Проби рекомендують проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця між виразністю індивідуальних рефлекторних реакцій.

Досліджуваний стоїть у вертикальному положенні із заплющеними очима, трохи нахиливши голову вперед. Перед початком проби вимірюють пульс. Потім за командою піддослідний робить 5 обертів навколо вертикальної осі в будь-яку сторону. Після цього йому необхідно зробити прямо кілька кроків, не розплющуючи очі. У нормі людина відхиляється при ходьбі у бік, протилежний напрямку обертів. У випадку слабо розвинутого вестибулярного апарату піддослідний рухатиметься у бік напрямку обертів. Відразу після рухів необхідно розплющити очі і виміряти пульс. Визначивши відсоток зміни пульсу, можна оцінити виразність лабіринтно-серцевого рефлексу. Під час розплющення очей спостерігається ністагм очних яблук і голови — повільний рух проти напрямку обертів, що змінюється за напрямком руху. Основний напрямок поширення імпульсів під час координації рухів: рецептори півколових каналів внутрішнього вуха — вестибулярний ганглії — вестибулярні ядра довгастого мозку (Бехтерева, Роллера, Швальбе, Дейтерса) — вестибулоспінальний, вестибулоокулярний, вестибуломозочковий і лемнісковий шляхи — перерозподіл тону м'язів, що підтримують рівновагу.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати досліджень рекомендується оформити у вигляді табл. 4.2.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Яка основна функція чотиригорбикового тіла середнього мозку?

А. Регуляція гомеостазу всіх вегетативних функцій

В. Здійснення орієнтовних реакцій

С. Участь в механізмах пам'яті

Д. Регуляція м'язового тону

Е. Усі відповіді правильні

2. Сенсорна функція середнього мозку проявляється у:

А. Первинному аналізі інформації, що надходить від зорових і слухових рецепторів

В. Первинному центральному аналізі інформації, що надходить від зорових рецепторів, і вторинному центральному аналізі інформації — від слухових рецепторів

С. Первинному аналізі інформації, що надходить від пропріорецепторів тулуба

Таблиця 4.2

№	Піддослідний	ЧСС, уд/хв		Ністагм, +/-		Напрямок руху	
		до	після	голови	ока	за напрямком обертів	проти напрямку обертів
1							
2							

D. Вторинному аналізу інформації, що надходить від зорових і слухових рецепторів

E. Усі відповіді неправильні

3. Як називається вид м'язового тону, що виникає за умов перерізання середнього мозку нижче рівня червоного ядра?

A. Нормальний

B. Пластичний

C. Ослаблений

D. Контрактильний

E. Полегшений

4. Які центри довгастого мозку є життєво важливими?

A. Дихальний, серцево-судинний

B. М'язового тону; захисних рефлексів

C. Захисних рефлексів, харчовий

D. Рухових рефлексів, харчовий

E. Харчовий, м'язового тону

5. У людини діагностували крововилив у стовбур мозку. Обстеження виявило підвищення тону м'язів-згиначів на тлі зниження тону м'язів-розгиначів. Подразненням яких структур мозку можна пояснити зміни тону м'язів?

A. Чорної субстанції

B. Ядер Голля

C. Ядер Дейтерса

D. Ядер Бурдаха

E. Червоних ядер

6. У пацієнта після травми головного мозку порушилися тонкі рухи пальців рук, виникли м'язова ригідність і тремор. Яка причина цього явища?

A. Ушкодження мозочка

B. Ушкодження середнього мозку в ділянці червоних ядер

C. Ушкодження середнього мозку в ділянці чорної субстанції

D. Ушкодження ядер Дейтерса

E. Ушкодження стовбура мозку

7. У людини з розладом мозкового кровотоку порушений акт ковтання. Вона може поперхнутися під час приймання рідкої їжі. Укажіть, який відділ мозку постраждав:

A. Шийний відділ спинного мозку

B. Грудний відділ спинного мозку

C. РФ

D. Довгастий мозок

E. Середній мозок

8. До моторних ядер таламуса належать:

A. Вентральна група

B. Латеральна група

C. Задня група

D. Медіальна група

E. Передня група

9. Які ядра таламуса причетні до формування феномену «відбитих болів»?

A. Ретикулярні

B. Асоціативні

C. Інтраламінарний комплекс

D. Релейні

E. Неспецифічні ядра

10. Таламус є:

A. Колектором аферентних шляхів, вищим центром больової чутливості

B. Регулятором м'язового тону

C. Регулятором усіх рухових функцій

D. Регулятором гомеостазу

E. Регулятором температури тіла

### **Відповіді**

1.D, 2.B, 3.D, 4.A, 5.E, 6.C, 7.D, 8.A, 9.D, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. У собаки в експерименті зруйнували одну із структур середнього мозку. У результаті він втратив орієнтовний рефлекс на звукові сигнали. Яка структура була зруйнована?

A. Вестибулярне ядро Дейтерса

B. Червоне ядро

C. Верхні бугри

D. Нижні бугри

E. Чорна субстанція

2. Для тварин із децеребраційною ригідністю характерне:

A. Зникнення випрямних рефлексів

B. Зникнення ліфтового рефлексу

C. Різке підвищення тону м'язів-розгиначів

D. Усі відповіді правильні

E. Усі відповіді неправильні

3. До асоціативних ядер таламуса належать:

A. Центральні й інтраламінарні

B. Вентробазальний комплекс

C. Передня, медіальна і задня групи

D. Ядра медіальних і медіально-колінчастих тіл

E. Вентральна група

4. Рефлекторні реакції якого відділу ЦНС мають безпосереднє відношення до підтримки пози, жування, ковтання, секреції травних залоз, дихання, діяльності серця, регуляції тону судин?

A. Середнього мозку

B. Таламуса

C. Заднього мозку

D. Спинного мозку

E. Переднього мозку

5. Рефлекторні реакції якого відділу ЦНС мають безпосереднє відношення до здійснення «сторожового» рефлексу?

A. Заднього мозку

B. Таламуса

C. Спинного мозку

D. Мозочка

E. Середнього мозку

6. Як експериментальним шляхом довести обумовленість децеребраційної ригідності значним гамма-посиленням спінальних міостатичних рефлексів?

- A. Перерізати задні корінці спинного мозку
- B. Перерізати спинний мозок
- C. Зробити перерізання вище середнього мозку
- D. Зробити перерізання нижче середнього мозку
- E. Зробити перерізання нижче заднього мозку

7. Як називається рефлекторна реакція у людини за умов раптової дії світлового або зорового подразника і про що свідчить її втрата?

- A. Адаптаційна реакція, ураження гіпоталамуса
- B. «Старт-рефлекс», ураження чотиригорбкового тіла
- C. Рефлекс «що таке», ураження РФ
- D. Адаптаційна реакція, ураження блідої кулі
- E. Рефлекс «що таке», ураження червоних ядер

8. У людини спостерігається гіпокінезія і тремор спокою. Який відділ головного мозку уражений?

- A. Палідум і чорна субстанція
- B. Стріатум, палідум
- C. Чорна субстанція, мозочок
- D. Стріатум, чорна субстанція, мозочок
- E. Палідум і мозочок

9. Задній мозок не одержує інформації від:

- A. Вестибулорецепторів
- B. Зорових рецепторів
- C. Слухових рецепторів
- D. Пропріорецепторів
- E. Смакових рецепторів

10. На рівні середнього мозку вперше замикаються всі рефлекси, крім:

- A. Випрямних
- B. Статокінетичних
- C. Зіничного
- D. Ністагму очей
- E. Потовидільного

### **Відповіді**

1.D, 2.D, 3.C, 4.C, 5.E, 6.A, 7.B, 8.A, 9.B, 10.E.

### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, чи збережуться у тварини які-небудь рефлекси, крім спинномозкових, після перерізання спинного мозку під довгастим? Дихання підтримується штучно.

2. У тварини виконані послідовно два повні перерізання спинного мозку під довгастим мозком на рівні  $C_2$  і  $C_4$  сегментів. Поясніть, як зміниться величина АТ після першого і другого перерізання?

3. У двох людей відбувся крововилив у мозок, в одного з них у кору головного мозку, в другого — у довгастий мозок. Поясніть, у якої людини прогноз більш несприятливий.

4. На якому рівні необхідно зробити перерізання стовбура мозку, щоб одержати зміну тону м'язів у бік підвищення тону м'язів-розги-

начів? Поясніть, як називається це явище і який його механізм.

5. Поясніть, що відбудеться з кішкою, яка перебуває в стані децеребраційної ригідності після перерізання стовбура мозку нижче червоного ядра, якщо перерізати в неї тепер і задні корінці спинного мозку.

6. Поясніть, як зміниться тонус м'язів передніх і задніх кінцівок бульбарної тварини під час нахилу її голови вперед. Намалуйте схему положення кінцівок і поясніть свою відповідь.

7. Від ковзаняра під час бігу на повороті доріжки стадіону потрібна особливо чітка робота ніг. Поясніть, чи має в цій ситуації значення, в якому положенні перебуває голова спортсмена.

8. Відомо, що за умов наркотичного сну під час операції анестезіолог постійно стежить за реакцією зіниць людини, яку оперують, на світло. З якою метою він це робить і з чим може бути пов'язана відсутність цієї реакції?

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Збережуться ті рефлекси, які здійснюються завдяки ядрам черепно-мозкових нервів.

2. Після першого перерізання АТ знизиться, тому що буде перерваний зв'язок між головним судиноруховим центром у довгастому мозку і місцевими центрами у бокових рогах спинного мозку. Повторне перерізання не дасть ефекту, тому що зв'язок уже перерваний.

3. У корі головного мозку немає життєво важливих центрів, а в довгастому є (дихальний, судиноруховий та ін.), тому небезпечнішим для життя є крововилив у довгастий мозок. Як правило, він закінчується летальним результатом.

4. Явище децеребраційної ригідності (гіпертонус розгиначів) спостерігається під час перерізання стовбура мозку між середнім і довгастим мозком, так щоб червоне ядро було вище місця перерізання.

5. Ригідність зникне, тому що при цьому перерізуються волокна гамма-петлі міотонічного рефлексу.

6. При нахилі голови вперед збільшується тонус згиначів передніх і розгиначів задніх кінцівок.

7. Імпульси від рецепторів шийних м'язів відіграють важливу роль у розподілі тону м'язів кінцівок. Тому голова спортсмена повинна займати певне положення під час виконання тих або інших рухів. Так, якщо ковзаняра на повороті поверне голову у бік, протилежний напрямку повороту, він може заточитися і впасти.

8. За характером реакції зіниць на світло анестезіологи судять про глибину наркотичного сну. Якщо зіниці перестали реагувати на світло, це означає, що наркоз поширився на ті ділянки середнього мозку, де розташовані ядра III пари черепно-мозкових нервів. Це є загрозовою для людини ознакою, тому що можуть вимкнутися життєво важливі центри. Слід знизити дозу наркотику.

### 4.3. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ПЕРЕДНЬОГО МОЗКУ, МОЗОЧКА, ТАЛАМУСА І БАЗАЛЬНИХ ЯДЕР У РЕГУЛЯЦІЇ МОТОРНИХ ФУНКЦІЙ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі структур переднього мозку, мозочка, таламуса і базальних ядер у регуляції рухових функцій необхідне для розуміння перебігу фізіологічних процесів в організмі людини як за умов норми, так і при патологічних змінах, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову і функції структур переднього мозку, мозочка, таламуса і базальних ядер.
2. Роль структур переднього мозку, мозочка, таламуса і базальних ядер у забезпеченні рухових функцій організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Функціональна характеристика ядерних груп таламуса (специфічних, перемикальних, асоціативних, моторних, неспецифічних) та їх зв'язок з іншими відділами мозку.
2. Роль ядер таламуса в регуляції рухових функцій.
3. Функціональна характеристика і зв'язки базальних ядер: хвостате ядро, сочевицеподібне ядро (лушпина, медіальна і латеральна біла куля), огорожа, мигдалик — з іншими структурами мозку.
4. Роль базальних ядер в організації та реалізації рухових програм.
5. Взаємодія базальних ядер із таламусом, чорною субстанцією й іншими структурами мозку.
6. Нейромедіатори в системі базальних ядер, їх фізіологічна роль.
7. Виникнення і розвиток рухових рефлексів у плода, формування рухів у дітей.
8. Функціонально-структурна організація мозочка, його аферентні й еферентні зв'язки. Їх фізіологічна роль.
9. Взаємодії між корою мозочка і мозочковими та вестибулярними ядрами.
10. Роль мозочка в програмуванні, ініціації та контролюванні рухів, у процесах навчання.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть ядра таламуса та їх функціональне значення
2. Опишіть базальні ядра та їх функціональне значення.
3. Намалюйте схему зв'язків і взаємодій базальних ядер з іншими структурами мозку.
4. Опишіть цикли сочевицеподібного тіла і хвостатого ядра.
5. Перелічіть клінічні прояви ушкодження базальних ядер та їх фізіологічні механізми.
6. Опишіть механізми регуляції локомоції людини і програмування рухів.
7. Опишіть вікові зміни рухової функції протягом онтогенезу людини.
8. Намалюйте нейронну організацію кори мозочка та її зв'язок з ядрами мозочка.

9. Опишіть аферентні й еферентні зв'язки мозочка з іншими структурами мозку.

10. Перелічіть наслідки видалення мозочка або його половини у тварин і поясніть механізми їх виникнення. Назвіть наслідки ураження мозочка в людини і поясніть їх фізіологічні механізми.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження ролі мозочка в підтримці м'язового тону, координації та синергії рухів у людини (пальценосова проба, проба Стюарта — Холма (зворотного поштовху) і т. ін.).

**Методика дослідження ролі мозочка в підтримці м'язового тону, координації та синергії рухів у людини**

*Для роботи необхідні:* перкусійний молоток, стілець.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Проби рекомендують проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця між виразністю індивідуальних рефлексорних реакцій. Кожну із проб експериментатор проводить з обох боків, відзначаючи їх виразність і симетричність.

*Пальценосова проба.* Піддослідному дають завдання витягнути перед собою руки і 2–3 рази доторкнутися вказівним пальцем до кінчика свого носа. Потім досліджуваній запліщує очі й повторює завдання. Відзначають чіткість виконання проби із закритими очима. За умов мозочкових розладів виявляється інтенційне тремтіння (тремор), що посилюється наприкінці руху.

*Проба на координацію роботи м'язів-антагоністів.* Піддослідному пропонують витягнути перед собою руки долонями догори з розведеними пальцями. Потім дається завдання швидко робити по черзі протилежні рухи — пронацію і супінацію кистей. За умов мозочкових розладів спостерігаються неспритні, неправильні рухи під час ротації кистей (адіадохокінез).

*Проба Стюарта — Холма (зворотного поштовху).* Піддослідному пропонується зігнути руки в ліктьових суглобах перед собою, у чому йому чиниться опір. За умови раптового припинення опору рука піддослідного, за наявності мозочкового розладу, з силою вдаряє йому в груди. У нормі цього не відбувається, тому що активізуються м'язи-антагоністи (розгиначі плеча), що приводить до утворення «зворотного поштовху» і запобігає удару.

*Проба Ожеховського.* Піддослідний перебуває у вертикальному положенні, сильно спираючись на долоні дослідника. Коли дослідник раптово забирає руки, піддослідний повинен зберегти рівновагу або трохи відхилитися назад. За умов ураження мозочка спостерігається падіння вперед.

*Проба влучення (мимопопадання).* Піддослідному пропонують 2–3 рази доторкнутися вказівним пальцем до поставленого перед ним пальця дослідника або до молоточка. Після цього піддослідному пропонують запліщити очі й продовжити ті ж завдання. Відзначають чіткість виконання проби із запліщеними очима. При мозочкових розладах на стороні ураження відзна-

чається промах повз ціль (дисметрія), частіше назовні.

*Проба Бабинського на асинергію.* Піддослідний перебуває в горизонтальному положенні на твердій основі. Йому пропонують схрестити руки на грудній клітці та сісти. За наявності асинергії під час виконання завдання відбувається сполучене зі згинанням тулуба згинання однієї або обох ніг, залежно від сторони ураження (*flexion combinee*).

*Проба Ромберга на підтримку рівноваги.* Піддослідний перебуває у вертикальному положенні, голова трохи піднята, руки витягнуті. Спочатку піддослідний стоїть з відкритими очима, потім спостерігають за збереженням рівноваги при заплюсненні очей. Можливе проведення проби з ускладненням завдання поставити одну ногу вперед; стояти на одній нозі, на пальцях.

*П'ятково-колінна проба.* Піддослідний перебуває у вертикальному положенні стоячи або сидячи. Йому дають завдання доторкнутися п'ятою однієї ноги до коліна другої, опустити її вниз по гомілці, а потім підняти до того ж коліна. За умов ураження мозочка пацієнт промахується і не влучає в коліно або його п'ята зіскакує з гомілки (у бік ураження мозочка).

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати досліджень рекомендується оформити у вигляді табл. 4.3.

Таблиця 4.3

№	Назва проби	Наявність або відсутність ураження, +/-	
		Праворуч	Ліворуч
1			
2			

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. У людини діагностували пухлину мозочка. Видалення пухлини і мозочка супроводжувалося порушенням рухових функцій, але через деякий час рухові порушення зникли. Який відділ мозку взяв участь у компенсації цих порушень?

- A. Кора великих півкуль
- B. Проміжний мозок
- C. Середній мозок
- D. Довгастий мозок
- E. Спинний мозок

2. Які функції належать базальним ядрам?

- A. Іннервація інтрафузальних м'язових волокон
- B. Програмування рухів, регуляція пози, виділення гормонів
- C. Програмування рухів, регуляція пози і пластичного тонуусу м'язів
- D. Обробка зорової інформації перед надходженням її в кору
- E. Усі відповіді вірні

3. У людини спостерігають труднощі початку руху, маскоподібне обличчя, тремор спокою. Встановлено, що зазначені симптоми пов'язані з ослабленням впливу чорної субстанції на смугасте тіло. З якими медіаторними системами пов'язане дане порушення?

- A. Пептидергічними
- B. Адренергічними
- C. Холінергічними
- D. Дофамінергічними
- E. Серотонінергічними

4. У результаті нейроінфекції у людини з'явився симптом мозочкової дисфункції, що супроводжується порушенням амплітуди рухів. Назвіть цей симптом.

- A. Атаксія
- B. Дисметрія
- C. Астазія
- D. Дизартрія
- E. Дистонія

5. У людини спостерігаються гіпокінезія і тремор спокою. Який відділ ЦНС уражений?

- A. Палідум і чорна субстанція
- B. Стріатум, палідум
- C. Чорна субстанція, мозочок
- D. Стріатум, чорна субстанція, мозочок
- E. Палідум, мозочок

6. У пацієнта після травми виникли параліч і порушення больової чутливості праворуч. Ліворуч параліч відсутній, але порушена больова і температурна чутливість. Яка причина цього явища?

- A. Ушкодження середнього мозку
- B. Ушкодження мозочка
- C. Однобічне ушкодження спинного мозку з правої сторони
- D. Ушкодження стовбура мозку
- E. Ушкодження рухової зони кори головного мозку

7. Адіадохокінез — це:

- A. Розпад програми простих рухів (відсутність плавності рухів)
- B. Розлад рівномірності рухів
- C. Втрата здатності до тривалого скорочення м'язів
- D. Уповільнення реакцій під час зміни одного типу рухів на прямо протилежний
- E. Розлад домірності рухів

8. Атаксія — це:

- A. Ослаблення м'язового тонуусу
- B. М'язова слабкість і швидка стомлюваність м'язів
- C. Порушення координації рухів
- D. Втрата здатності до тривалого скорочення м'язів
- E. Розлад рівномірності рухів

9. У корі мозочка:

- A. Корзинчасті клітини — збудливі, усі інші гальмівні



- В. Усі клітини є гальмівними
- С. Клітини зерна — збудливі, решта — гальмівні
- Д. Усі клітини є збудливими
- Е. Грушоподібні клітини — збудливі, решта — гальмівні

10. При ушкодженні мозочка не спостерігається:
- А. Порушення координації рухів
  - В. Порушення колінного рефлексу
  - С. Зміни м'язового тону
  - Д. Вегетативних розладів
  - Е. Втрати свідомості

**Відповіді**

1. А, 2. С, 3. D, 4. В, 5. А, 6. С, 7. D, 8. С, 9. С, 10. Е.

**Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Дисметрія — це:
- А. Уповільнення реакції при зміні одного типу рухів на прямо протилежний
  - В. Розлад домірності рухів
  - С. Відсутність плавності рухів
  - Д. Мимовільне підвищення м'язового тону
  - Е. Втрата здатності до тривалого скорочення м'язів

2. У людини виявлене порушення пальцево-сової проби. Функція якої структури порушена за цих умов?

- А. Довгастого мозку
- В. Переднього мозку
- С. РФ
- Д. Середнього мозку
- Е. Мозочка

3. У людини спостерігається спонтанне тремтіння різних частин тіла — як у спокої, так і під час довільного руху. Що може бути причиною цього явища?

- А. Порушення функцій середнього мозку
- В. Порушення функцій базальних гангліїв
- С. Порушення функції мозочка
- Д. Порушення нерво-м'язової передачі
- Е. Порушення рухової функції кори

4. Студент проходив випробування на обертовому кріслі. Після зупинки крісла спостерігаються рухи очей — ністагм. Який з відділів ЦНС, найімовірніше, бере участь у формуванні такої рефлекторної реакції?

- А. Кора великих півкуль
- В. Мозочок
- С. Спинний мозок
- Д. Довгастий мозок
- Е. Проміжний мозок

5. В експерименті після перерізування мозку у тварини не підтримувалася температура тіла, пересування було неможливе, переважав тонус м'язів-розгиначів. Дихання і нормальний АТ зберегалися. На якому рівні було зроблено перерізування?

- А. Між проміжним і переднім мозком
- В. Між заднім і середнім мозком
- С. Між середнім і проміжним мозком
- Д. Між спинним і довгастим мозком
- Е. Між півкулями

6. Мозочок бере участь в активації флексорних мотонейронів шляхом збудження:

- А. Червоних ядер і РФ
- В. Вестибулярних ядер і РФ
- С. Таламуса і РФ
- Д. Таламуса і чорної субстанції
- Е. Вестибулярних ядер і чорної субстанції

7. Який відділ ЦНС у людини уражений, якщо спостерігаються воскоподібна ригідність, тремор спокою і гіпокінезія?

- А. Стріатум
- В. Палідум
- С. Чорна субстанція
- Д. РФ
- Е. Мозочок

8. Астенія — це:

- А. Ослаблення м'язового тону
- В. Втрата здатності до тривалого скорочення м'язів
- С. М'язова слабкість і швидка стомлюваність м'язів
- Д. Порушення координації рухів
- Е. Розлад домірності рухів

9. Асинергія — це:

- А. Уповільнення реакції під час зміни одного типу рухів на прямо протилежний
- В. Відсутність плавності рухів
- С. Розлад рівномірності рухів
- Д. Втрата здатності до тривалого скорочення м'язів
- Е. Порушення координації рухів

10. У пацієнта розвинулося порушення рухової активності: тремор, атаксія й асинергія рухів. Де локалізується найбільш імовірно вогнище ушкодження?

- А. Лімбічна система
- В. Таламус
- С. Мозочок
- Д. Спинний мозок
- Е. РФ

**Відповіді**

1. В, 2. Е, 3. В, 4. В, 5. С, 6. А, 7. В, 8. С, 9. В, 10. С.

**Ситуаційні завдання**

1. У собаки два місяці тому назад вилучено мозочок. Поясніть, які симптоми порушення рухової функції можна виявити в цієї тварини і чому.

2. В експерименті на кроликові електричне подразнення гіпоталамуса, таламуса і РФ викликає характерні зміни електричної активності кори головного мозку. Поясніть, у чому полягають ці зміни за умов подразнення: 1) гіпоталамуса; 2) таламуса; 3) РФ.

3. За умов експерименту у собаки проведене повне видалення мозочка. Поясніть:

1) Які порушення спостерігаються за цих умов у тварини?

2) Які функції виконує мозочок?

3) З якими структурами мозку пов'язаний мозочок, яке функціональне значення мають ці зв'язки?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Після видалення мозочка спостерігаються атонія, астения, атаксія, астазія, дезеквілібрація.

2. 1) За умов подразнення гіпоталамуса спостерігається обмежена реакція активації ЕЕГ у передніх відділах кори головного мозку.

2) Під час подразнення таламуса — у первинних сенсорних проєкційних зонах.

3) Під час подразнення РФ — генералізована активація у всіх відділах кори. У природних умовах активація гіпоталамуса відбиває виникнення мотиваційного збудження; таламуса — надходження збуджень від рецепторів органів чуття; РФ — висхідні активуючі впливи, що мають мотиваційні функції.

3. 1) Афазія, атонія, атаксія, астазія, астения.

2) Формування програми руху, контроль виконання руху, корекція порушення руху, вегетативне забезпечення руху.

3) Через верхні ніжки мозочок одержує інформацію з асоціативних ділянок кори про мету дії, крізь нижні (із спинного мозку) — про стан опорно-рухового апарату (положення тіла і кінцівок), крізь середні — команди від мозочка до ядер стовбура мозку і до рухової кори великих півкуль.

#### **4.4. РЕГУЛЯЦІЯ СИСТЕМНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМУ. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ЛІМБІЧНОЇ СИСТЕМИ І КОРИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ФОРМУВАННІ СИСТЕМНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМУ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі структур лімбічної системи і кори головного мозку у формуванні системної діяльності організму необхідне для розуміння перебігу фізіологічних процесів у організмі людини як за умов норми, так і під час патологічних змін, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову й функції структур лімбічної системи і кори головного мозку.

2. Роль структур лімбічної системи і кори головного мозку у формуванні системної діяльності організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Лімбічна система, її організація, функції, провідникова функція гіпоталамуса.

2. Особливості функції нейронів гіпоталамуса: нейрорецепція, нейросекреція.

3. Роль гіпоталамуса у регуляції вісцеральних функцій, інтеграції соматичних, автономних і ендокринних механізмів у регуляції гомеостазу, формуванні мотивацій, емоцій, біологічних ритмів.

4. Структурна і функціональна організація кори головного мозку та її зв'язки зі структурами ЦНС.

5. Теорія локалізації функцій у корі великих півкуль.

6. Сучасні уявлення про локалізацію функцій у корі великих півкуль, парність і домінантність півкуль.

7. Роль кори великих півкуль у формуванні системної діяльності організму.

8. Моторна кора великих півкуль, її структурно-функціональна організація:

а) первинна моторна кора (поле 4 за Бродманом), її функціональна організація та зв'язки з іншими структурами мозку, їх роль у регуляції рухів;

б) премоторна і додаткова моторна зони кори, їх зв'язки з іншими структурами мозку і роль у регуляції рухів.

9. Низхідні провідні шляхи: екстрапірамідні (кірково-ядерні, ядерно-спінальні) і пірамідні (кірково-спінальні — латеральні та вентральні). Роль низхідних шляхів у регуляції функцій м'язів осевого скелета, а також проксимальних і дистальних відділів кінцівок.

10. Електрофізіологічні методи дослідження кори великих півкуль.

11. Підтримка активності кори головного мозку. Нейрогуморальний контроль активності головного мозку. Нейрогуморальні системи головного мозку.

*Питання для письмової відповіді:*

1. Перелічіть структури, які входять до складу лімбічної системи, та їх функції.

2. Перелічіть структури мозку, що належать до моноамінергічних систем мозку.

3. Намалюйте схему нейронної організації кори головного мозку, опишіть її будову і функціональне значення шарів.

4. Опишіть функції кори великих півкуль та її зв'язки зі структурами ЦНС.

5. Опишіть механізми регуляції локомоції людини і програмування рухів. Функціональна структура довільних рухів.

6. Опишіть механізми роботи кожної інтегруючої системи і взаємодію між ними.

7. Опишіть вікові зміни рухової функції протягом онтогенезу людини.

*Програма практичної роботи на занятті:* вивчення інтегративної ролі різних відділів кори головного мозку і підкіркових структур у формуванні м'язового тонуусу і фазних рухів під час оволодіння новим комплексом цілеспрямованих м'язових рухів.

**Методика формування нового комплексу цілеспрямованих м'язових рухів (праксису)**

*Для роботи необхідні:* секундомір, стілець.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Проби рекомендують проводити з кількома піддослідними, оскільки в

цьому випадку буде помітна різниця між виразністю індивідуальних рефлекторних реакцій. Кожну пробу експериментатор проводить з обох боків, відзначаючи швидкість формування навички, точність її виконання і симетричність. Опис проб:

1. *Проба на реципрокну координацію рухів обох рук.* Необхідно покласти перед собою витягнуті дві руки. При цьому пальці однієї руки стиснути в кулак, а другої — розчепірити. Повторити кілька разів.

2. Необхідно покласти перед собою витягнуті дві руки. При цьому кілька разів змінити положення однієї руки: кулак — ребро долоні — відкрита долоня. Потім повторити ці ж рухи іншою рукою.

3. *Графічна проба.* Піддослідному пропонують виконати малюнок із двох елементів. Наприклад, почати малюнок із прямої лінії, що переходить в пилкоподібну лінію зубцями нагору. Потім продовжити малюнок прямою лінією, що переходить в пилкоподібну зубцями вниз.

4. Піддослідний перебуває у вертикальному положенні сидячи або стоячи. Руки розведені в сторони на рівні плечей. Необхідно зробити вільні обертові рухи однією рукою за годинниковою стрілкою, другою — проти годинникової стрілки.

5. Піддослідний перебуває у вертикальному положенні сидячи або стоячи. Руки опущені вниз уздовж туловища. На рахунок «раз»: руки витягнуті перед собою і однією рукою «описати» коло перед тулубом, другою — вертикальну лінію. На рахунок «два»: опустити руки вниз.

6. Піддослідний перебуває у вертикальному положенні сидячи або стоячи. Руки витягнуті перед собою. Лівою рукою «описати» коло перед собою, правою — «намалювати» рівносторонній трикутник, основою донизу.

7. Піддослідний перебуває у вертикальному положенні сидячи або стоячи. Руки зігнуті в ліктях на рівні грудей. Однією рукою необхідно зробити обертові рухи за годинниковою стрілкою, другою — проти неї.

8. Піддослідний перебуває у вертикальному положенні сидячи або стоячи. Руки зігнуті в ліктях на рівні грудей. Однією рукою необхідно зробити обертові рухи за годинниковою стрілкою, другою — проти годинникової стрілки. При цьому стояти на одній нозі, а другою робити обертові рухи, «описуючи» коло.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати досліджень рекомендується оформити у вигляді табл. 4.4.

Таблиця 4.4

№	Назва проби	Наявність або відсутність ураження, +/-	
		Праворуч	Ліворуч
1			
2			

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. У якій зоні кори головного мозку локалізований центр слуху?

- A. Верхня лобова борозна
- B. Нижня лобова борозна
- C. Нижня скронева борозна
- D. Борозна Гешля
- E. Шпорна борозна

2. У якій зоні кори формується почуття нюху?

- A. Сенсорні зони нової кори
- B. Лімбічна (стара) кора
- C. Асоціативні зони нової кори
- D. Асоціативні ядра таламуса
- E. Сенсорні ядра таламуса

3. При видаленні кори великих півкуль у собаки зникають рухові реакції:

- A. На дистантні подразники
- B. Практично всі рухові реакції
- C. Первинні орієнтовні реакції
- D. Практично всі вегетативні реакції
- E. Практично всі рухові та вегетативні реакції

4. Ліва (домінантна) півкуля переважно забезпечує:

- A. Орієнтацію в просторі
- B. Тонку маніпуляцію предметами
- C. Формування мови
- D. Антигравітаційну позу
- E. Статокінетичні рефлекси

5. Права півкуля в людини забезпечує:

- A. Образне сприйняття навколишнього середовища
- B. Антигравітаційну позу
- C. Формування мови
- D. Тонку маніпуляцію предметами
- E. Математичні здібності

6. Чому читання під час їжі негативно впливає на процес травлення? Який механізм цього явища?

- A. Іррадіація збудження від зорових центрів до центрів травлення та їх збудження
- B. Домінантне сполучене гальмування центрів травлення
- C. Генералізоване збудження нервових центрів кори
- D. Генералізоване гальмування нервових центрів кори
- E. Домінантне сполучене гальмування зорових центрів

7. Як зміниться характер рефлекторної реакції, якщо в рефлекторній дузі вимкнути верхні (центральні) відділи?

- A. Стане неможливою інтеграція даного рефлексу з іншими
- B. Порушиться замикання рефлекторної дуги даного рефлексу
- C. Сформується патологічний рефлекс
- D. Рефлекс зникне
- E. Характер не зміниться

8. У результаті черепно-мозкової травми людина втратила відчуття нюху. Яка ділянка ЦНС у неї уражена?

- A. Лобова кора
- B. Таламус
- C. Шпорна борозна
- D. Лімбічна (стара) кора
- E. Верхня скронева борозна

9. У результаті крововиливу у внутрішню капсулу в людини уражені пірамідні шляхи. Які рухи зникнуть у цьому випадку?

- A. Усі довільні рухи рук і ніг
- B. Довільні тонкі рухи пальців рук
- C. Усі довільні рухи рук, ніг і тулуба
- D. Усі довільні рухи всього тулуба
- E. Усі довільні рухи тулуба

10. За умов ураження пірамідних шляхів у людини порушується тонус м'язів таким чином:

- A. Підвищується тонус розгиначів
- B. Знижується тонус розгиначів
- C. Знижується тонус згиначів
- D. Підвищується тонус згиначів
- E. Підвищується тонус розгиначів і згиначів

### **Відповіді**

1.D, 2.B, 3.A, 4.C, 5.A, 6.B, 7.A, 8.D, 9.B, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Лікареві кабінету функціональної діагностики запропонували розшифрувати ЕЕГ здорового обстежуваного, на якій зареєстровані електричні хвилі, частота яких від 3 до 7 коливань за 1 с. Про який стан обстежуваного може думати лікар?

- A. Стан активної розумової діяльності
- B. Стан після сну
- C. Стан сну
- D. Стан спокою з розплющеними очима
- E. Стан спокою із заплющеними очима

2. Внаслідок правцевої інтоксикації у людини розвинулися судоми. Яким шляхом, найбільш імовірно, правцевий токсин потрапив у ЦНС?

- A. Кризь ШКТ
- B. Антероградним аксонним транспортом
- C. Повільним аксонним транспортом
- D. Швидким аксонним транспортом
- E. Шляхом ретроградного аксонного транспорту

3. У людини внаслідок інсульту була ушкоджена задня частина першої скроневої звивини лівої півкулі. До яких наслідків це може призвести?

- A. Порушення розуміння писемної мови
- B. Порушення розуміння усного мовлення
- C. Порушення відтворення писемної мови
- D. Порушення здатності до рахування
- E. Порушення відтворення усного мовлення

4. У людини внаслідок інсульту була порушена нижня частина третьої лобової звивини лівої півкулі. До яких наслідків це може призвести?

- A. Порушення відтворення писемної мови
- B. Порушення розуміння усного мовлення
- C. Порушення розуміння писемної мови
- D. Порушення вміння рахувати
- E. Порушення відтворення усного мовлення

5. Людина внаслідок інсульту втратила здатність читати. Де локалізується ушкодження мозку?

- A. Прецентральна борозна
- B. Нижній відділ третьої лобової борозни
- C. Кутова борозна тім'яної частини (перед кірковим відділом зорового аналізатора)
- D. Задній відділ середньої лобової борозни
- E. Задній відділ першої скроневої борозни

6. Сенсорна афазія виникає внаслідок розвитку патологічного процесу в таких структурах головного мозку:

- A. РФ
- B. Центр Брока
- C. Мозолисте тіло
- D. Центр Верніке
- E. Скроневі ділянки кори

7. Двостороннє ураження гіпокампа супроводжується порушенням:

- A. Пам'яті
- B. Рухів
- C. Свідомості
- D. Сприйняття усної та писемної мови
- E. Здатності до рахування

8. Моторна афазія виникає внаслідок розвитку патологічного процесу в таких структурах головного мозку:

- A. РФ
- B. Центр Брока
- C. Мозолисте тіло
- D. Центр Верніке
- E. Скроневий ділянки кори

9. Про який стан обстежуваного може гадати лікар, якщо на ЕЕГ зареєстровані електричні хвилі, частота яких від 8 до 13 коливань за 1 с?

- A. Стан активної розумової діяльності
- B. Стан активної фізичної активності
- C. Стан сну
- D. Стан спокою з розплющеними очима
- E. Стан спокою з заплющеними очима

10. Людина внаслідок інсульту втратила здатність до письма. Де локалізується ушкодження мозку?

- A. Прецентральна борозна
- B. Нижній відділ третьої лобової борозни
- C. Кутова борозна тім'яної частини (перед кірковим відділом зорового аналізатора)
- D. Задній відділ середньої лобової борозни
- E. Задній відділ першої скроневої борозни

## Відповіді

1.C, 2.E, 3.B, 4.E, 5.C, 6.D, 7.A, 8.B, 9.E, 10.D.

## Ситуаційні завдання

1. Охарактеризуйте частотну і амплітудну характеристику альфа-, бета-, тета- і дельта-хвиль. Поясніть механізм їх походження.

2. Під час експериментального дослідження за умов подразнення кори мозку собака робить рухи передніми лапами. Поясніть, яка ділянка мозку піддається подразненню.

3. Людина-лівша страждає на моторну афазію. Припустіть, яка частина кори великих півкуль у неї уражена. Поясніть свою відповідь.

4. Людина-правша не пам'ятає назв предметів, але правильно описує їх призначення. Припустіть, яка ділянка головного мозку уражена у цієї людини. Поясніть свою відповідь.

5. Під час експерименту у піддослідного рееструють ЕЕГ. Поясніть, як зміниться альфаритм людини за умов дії на очі світлового подразнення і чому. Опишіть характеристики альфа-, бета-ритмів і функції РФ.

6. Поясніть, чому при охолодженні мозку можна подовжити тривалість періоду клінічної смерті.

7. За умов «вимикання» кори великих півкуль людина непритомніє. Поясніть, чи можливий такий ефект за умов абсолютно неушкодженої кори і нормального її кровопостачання.

## Відповіді до ситуаційних завдань

1. Бета-хвилі (більше 13 Гц, менше 25 мкВ), альфа-хвилі (8–13 Гц, 25–50 мкВ), тета-хвилі (4–6 Гц, 120–150 мкВ), дельта-хвилі (0,5–3 Гц, до 300 мкВ).

2. Нижня частина передньої центральної звини кори великих півкуль головного мозку.

3. Уражено праву півкулю — ділянку задньої частини нижньої лобової борозни — центр Брока (поле 44 за Бродманом).

4. Уражено верхню скроневу борозну, у якій міститься сенсорний центр мови Верніке (поля 38–39 за Бродманом).

5. При дії на око досить сильного світлового подразнення відбувається десинхронізація альфаритму ЕЕГ, з'являється більш частий бетаритм внаслідок активізації висхідної системи РФ.

6. Тривалість клінічної смерті визначається часом, протягом якого клітини кори мозку можуть витримувати відсутність кисню. Охолодження сповільнює інтенсивність метаболізму, тому відсутність кисню позначається в меншому ступені, і клінічна смерть триває трохи довше.

7. Нормальне функціонування кори головного мозку залежить не тільки від її власного стану, але і від стану РФ та неспецифічних ядер таламуса. Руйнування останніх призводить до втрати свідомості в результаті падіння тонуусу клітин кори.

## 4.5. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ І РОЛІ ЦНС У РЕГУЛЯЦІЇ МОТОРНИХ ФУНКЦІЙ

*Мотиваційна характеристика теми.* Набуття і закріплення практичних навичок з нервової регуляції функцій організму, що застосовуються з метою діагностики і лікування в клініці, є необхідною умовою для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми нервової регуляції функцій організму.

2. Методи дослідження функцій ЦНС, інтерпретацію результатів дослідження та їх аналіз.

*Перелік практичних навичок із нервової регуляції функцій організму і ролі ЦНС у регуляції рухових функцій:*

1. Графічно зображувати схеми контурів біологічної регуляції.

2. Графічно зображувати схеми рефлекторних дуг рухових рефлексів на всіх рівнях ЦНС і пояснювати методики їх дослідження.

3. Графічно зображувати схеми розвитку процесів збудження і гальмування в ЦНС.

4. Графічно зображувати схеми процесів сумарної збудження і гальмування; координації рефлексів; провідних шляхів, які забезпечують взаємодію рівнів ЦНС.

5. Пояснювати механізми системної діяльності організму при здійсненні локомоцій, роль кори головного мозку і лімбічної системи в цих процесах.

6. Пояснювати методи дослідження функцій ЦНС.

7. Аналізувати й оцінювати результати ЕЕГ.

*Програма практичної роботи на занятті:* аналіз і оцінка електроенцефалограми людини.

### *Методика аналізу й оцінки електроенцефалограми людини*

*Для роботи необхідні* зразки електроенцефалограм.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Хвилі ЕЕГ являють собою результат математичної сумарної постсинаптичних потенціалів кіркових нейронів. Причина виникнення постсинаптичних змін у кіркових нейронах — циклічні таламо-кортикальні взаємодії, в яких таламічні клітини відіграють роль «водіїв ритму». Для реєстрації ЕЕГ можуть бути використані два види відведень: біполярне (обидва відвідних електрода є активними, розташовані на шкірі голови) і монополярне (є один неактивний — індіферентний електрод, що фіксується на мочці вуха).

При аналізі ЕЕГ враховують частоту, амплітуду, форму, тривалість і характер розподілу хвиль, що дозволяє чітко судити про функціональний стан кори і має діагностичне значення. За умов різних функціональних станів мозку і у різних ділянках кори можуть домінувати різні

ритми. Виділення домінуючого ритму — важливий елемент оцінки й аналізу ЕЕГ. Виділяють чотири основних варіанти типів ЕЕГ:

1. «Нормальний тип ЕЕГ» — характеризується регулярною альфа-активністю в потиличній ділянці з амплітудою 25–55 мкВ, яка переривається спорадично виниклими короткочасними періодами низькоамплітудних  $\beta$ -коливань амплітудою 15–25 мкВ. У лобовій, скроневій і тім'яній ділянках домінує низьковольтний  $\beta$ -ритм, на фоні якого можуть виникати короткі періоди  $\alpha$ -коливань зниженої амплітуди і окремі  $\Theta$ -хвилі амплітудою до 200 мкВ.

2. «Гіперсинхронний тип ЕЕГ» — коливання  $\beta$ -діапазону реєструються у всій корі. У потиличній ділянці вони мають амплітуду до 100 мкВ. В інших ділянках максимальна амплітуда  $\beta$ -коливань не перевищує 30–40 мкВ, перериваючись із короткими періодами  $\beta$ -коливань досить високої амплітуди — до 70 мкВ.

3. «Десинхронний тип ЕЕГ» — відсутні різкі коливання діапазону у всій корі. Зрідка в різних її ділянках виникають одиночні  $\beta$ -хвилі або їх короткі групи. Домінують  $\beta$ -коливання частотою 20–30 Гц і амплітудою до 30 мкВ, іноді вище. Спорадично виникають  $\Theta$ -хвилі тривалістю 150–250 мс, амплітудою 150–200 мкВ.

4. «Дезорганізований тип ЕЕГ» — на ЕЕГ переважають нерегулярні коливання різної амплі-

туди. Ритмічні коливання  $\alpha$ -діапазону відсутні. У потиличній ділянці поодинокі виникають низьковольтні — до 20 мкВ  $\alpha$ -хвилі або їх короткі групи, що перериваються повільними хвилями, переважно  $\Theta$ -діапазону. В інших ділянках домінує  $\beta$ -ритм, що чергується з окремими повільними хвилями.

Проведіть аналіз амплітудно-частотної характеристики нижченаведених на рис. 4.1–4.4 зразків ЕЕГ (шляхом порівняння із зазначеним каліброваним сигналом). Назвіть типи ЕЕГ.

Оформлення результатів та їхня оцінка. Результати аналізу ЕЕГ рекомендується оформити у вигляді табл. 4.5.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Метод ЕЕГ застосовують для вивчення:
  - А. Хімічних основ роботи нейрона
  - В. Сумарної електричної активності
  - С. Ефектів руйнування або подразнення мозкових структур
  - Д. Інтенсивності біохімічних процесів у структурах головного мозку
  - Е. Стану аферентних шляхів головного мозку

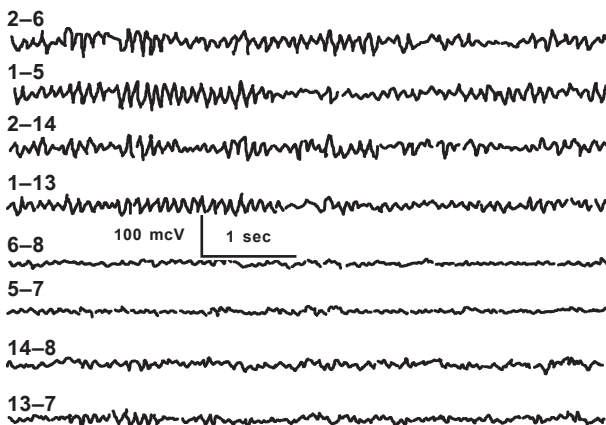


Рис. 4.1

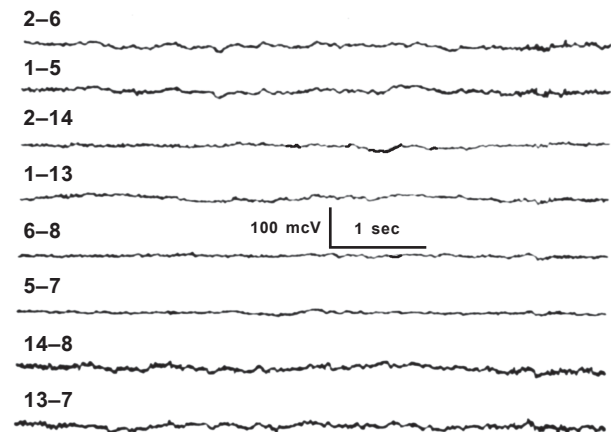


Рис. 4.3

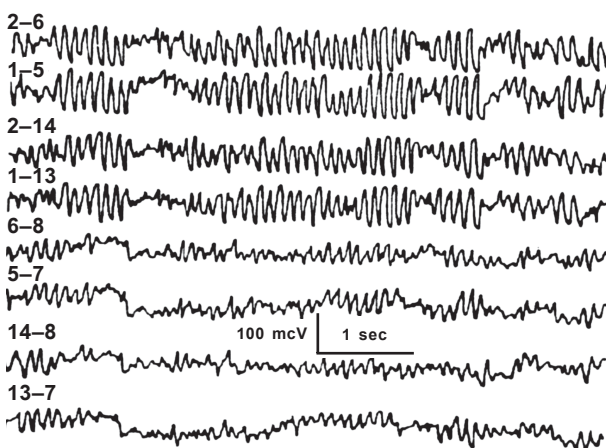


Рис. 4.2

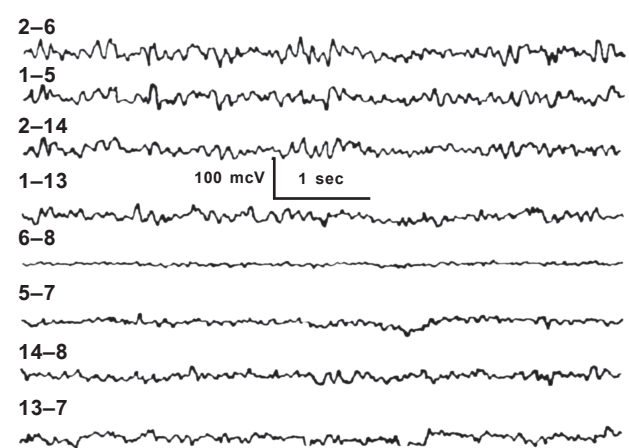


Рис. 4.4

№	Назва зразка EEG	Характеристики EEG-ритмів												Домінуючий ритм	Висновок про тип даного зразка EEG
		Праворуч						Ліворуч							
		альфа-		бета-		тета-		альфа-		бета-		тета-			
		амплітуда	частота	амплітуда	частота	амплітуда	частота	амплітуда	частота	амплітуда	частота	амплітуда	частота		
1	A														
2	B														
3	C														
4	D														

2. Мікроіонофоретичний метод застосовують для вивчення:

- A. Хімічних основ роботи нейрона
- B. Сумарної електричної активності
- C. Ефектів руйнування або подразнення мозкових структур
- D. Інтенсивності біохімічних процесів у структурах головного мозку
- E. Стану аферентних шляхів головного мозку

3. Стереотаксичну методику застосовують для вивчення:

- A. Хімічних основ роботи нейрона
- B. Сумарної електричної активності
- C. Ефектів руйнування або подразнення мозкових структур
- D. Інтенсивності біохімічних процесів у структурах головного мозку
- E. Стану аферентних шляхів головного мозку

4. Метод викликаних потенціалів застосовують для вивчення:

- A. Хімічних основ роботи нейрона
- B. Сумарної електричної активності
- C. Ефектів руйнування або подразнення мозкових структур
- D. Інтенсивності біохімічних процесів у структурах головного мозку
- E. Стану аферентних шляхів головного мозку

5. Метод ядерно-магнітного резонансу застосовують для вивчення:

- A. Хімічних основ роботи нейрона
- B. Сумарної електричної активності
- C. Ефектів руйнування або подразнення мозкових структур
- D. Інтенсивності біохімічних процесів у структурах головного мозку
- E. Стану аферентних шляхів головного мозку

6. Який метод дослідження доводить наявність постійної електричної поляризації поверхневої мембрани нервової клітини в стані спокою?

- A. EEG
- B. Мікроелектродний метод
- C. Метод викликаних потенціалів
- D. Метод електричних подразнень структур мозку
- E. Іонофоретичний метод

7. Якими є амплітуда і частота  $\alpha$ -ритму на EEG?

- A. 50 мкВ, 8–13 Гц
- B. 25 мкВ, 14–30 Гц
- C. 300 мкВ, 0,5–3,5 Гц
- D. 250–300 мкВ, 4–7 Гц
- E. Більше 400 мкВ, більше 30 Гц

8. Якими є амплітуда і частота  $\beta$ -ритму на EEG?

- A. 50 мкВ, 8–13 Гц
- B. 25 мкВ, 14–30 Гц
- C. 300 мкВ, 0,5–3,5 Гц
- D. 250–300 мкВ, 4–7 Гц
- E. Більше 400 мкВ, більше 30 Гц

9. Яка амплітуда і частота  $\delta$ -ритму на EEG?

- A. 50 мкВ, 8–13 Гц
- B. 25 мкВ, 14–30 Гц
- C. 300 мкВ, 0,5–3,5 Гц
- D. 250–300 мкВ, 4–7 Гц
- E. Більше 400 мкВ, більше 30 Гц

10. Якими є амплітуда і частота  $\Theta$ -ритму на EEG?

- A. 50 мкВ, 8–13 Гц
- B. 25 мкВ, 14–30 Гц
- C. 300 мкВ, 0,5–3,5 Гц
- D. 250–300 мкВ, 4–7 Гц
- E. Більше 400 мкВ, більше 30 Гц

### Відповіді

1.B, 2.A, 3.C, 4.E, 5.D, 6.B, 7.A, 8.B, 9.C, 10.D.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. Як зміниться сила спінальних міостатичних рефлексів при активації  $\gamma$ -мотонейронів спинного мозку?

- A. Зменшиться
- B. Збільшиться
- C. Не зміниться
- D. Дані рефлекси зникнуть
- E. Різко зменшиться

2. Антигравітаційні міостатичні рефлекс у чотириногих ссавців більш виражені в м'язах:-
- Розгиначах усього тіла
  - Розгиначах і згиначах передніх і задніх кінцівок
  - Згиначах передніх і задніх кінцівок
  - Розгиначах тулуба та задніх кінцівок і згиначах передніх кінцівок
  - Згиначах усього тіла
3. У чому полягає механізм гальмування в експерименті І. М. Сеченова, що проводився на таламічній жабі?
- Застосування занадто сильного подразника
  - Гальмівна дія NaCl крізь кров на спінальні рухові центри
  - Гальмування спинного мозку при збудженні таламічних центрів
  - Гальмівна дія NaCl крізь ліквор на спінальні рухові центри
  - Застосування надто тривалого подразнення
4. До спинного мозку не надходить сенсорна інформація від таких рецепторів:
- Пропріорецепторів м'язів тулуба
  - Пропріорецепторів м'язів кінцівок
  - Температурних рецепторів шкіри кінцівок
  - Больових рецепторів шкіри голови
  - Больових рецепторів шкіри кінцівок
5. Задній мозок не бере участі в забезпеченні:
- Антигравітаційної пози тіла
  - Відносно стійкої пози стояння
  - Локомоторних синергій ходіння
  - Модуляції тонузу спінальних міостатичних рефлексів
  - Шийних рефлексів
6. На якому рівні проведено перерізування головного мозку в кішки, якщо в неї виявляються випрямні рефлексі?
- Вище за середній мозок
  - Між середнім і заднім мозком
  - Між заднім і спинним мозком
  - Нижче заднього мозку
  - Нижче середнього мозку
7. При перерізанні стовбура мозку нижче рівня червоних ядер спостерігається:
- Тремор
  - Спінальний шок
  - Паркінсонізм
  - Явище децеребраційної ригідності
  - Гіперкінезія
8. У людини виявлена хвороба Паркінсона. Це пов'язане з ураженням:
- Чорної субстанції
  - Червоних ядер
  - Паравентрикулярного ядра
  - Ядер мозочка
  - Кори мозочка
9. Який відділ ЦНС є головним у формуванні статокінетичних рефлексів?

- Спинний мозок
- Довгастий мозок
- Середній мозок
- Проміжний мозок
- Кора мозку

10. Лікареві кабінету функціональної діагностики запропонували розшифрувати ЕЕГ здорового обстежуваного, на якій зареєстровані електричні хвилі частотою від 14 до 28 коливань за 1 с. Про який стан обстежуваного може думати лікар?

- Стан після сну
- Стан активної розумової діяльності
- Стан сну
- Стан спокою з розплющеними очима
- Стан спокою із заплющеними очима

### **Відповіді**

1.В, 2.А, 3.С, 4.Д, 5.С, 6.А, 7.Д, 8.А, 9.С, 10.В.

### **Ситуаційні завдання**

1. У тварини в експерименті проведено перерізування спинного мозку. Поясніть:

- Які симптоми наявні у тварини після зникнення спінального шоку?
- Які механізми появи встановлених симптомів?
- Які функції спинного мозку Вам відомі?

2. Для вивчення діяльності спінальних нервових центрів у жаби послідовно перерізують нервові корінці, що зв'язують спинний мозок із периферією. Поясніть:

- Які функції виконують передні та задні корінці спинного мозку?
- Який ефект спостерігається під час перерізування в жаби всіх задніх корінців із лівої сторони?
- Який ефект спостерігається під час перерізування всіх передніх корінців із правої сторони?

3. Поясніть, яким чином низхідні впливи ЦНС можуть змінювати рухову активність, не впливаючи на мотонейрони спинного мозку.

4. До клініки було доставлено людину з крововиливом у структури довгастого мозку.

- Перелічіть, які основні центри довгастого мозку вам відомі.
- Поясніть, які симптоми спостерігаються при ураженні довгастого мозку.
- У чому полягає небезпека ураження довгастого мозку?

5. Тварини уведена велика доза аміназину, що блокує висхідну систему РФ мозкового стовбура. Поясніть, як при цьому зміниться поведінка тварини і чому.

6. У децеребраційної кішки під час пасивного повороту голови в правий бік збільшується тонуз м'язів-розгиначів обох правих кінцівок; під



час повороту голови вліво — лівих кінцівок. Поясніть:

- 1) Які причини лежать в основі даного явища?
- 2) Які види тонічних рефлексів Ви знаєте?
- 3) У яких відділах ЦНС локалізуються центральні ланки тонічних рефлексів?

7. Під час поперечного перерізання стовбура мозку в експериментальній тварини спостерігається стан децеребраційної ригідності. Поясніть:

- 1) Як цей стан проявляється?
- 2) Між якими структурами потрібно зробити перерізання для одержання зазначеного стану?
- 3) Які механізми лежать в основі децеребраційної ригідності?

8. Поясніть, як зміниться тонус передніх і задніх кінцівок бульбарної тварини під час закидання її голови назад. Намалуйте схему положення кінцівок і поясніть свою відповідь.

9. Поясніть, подразнення якої структури середнього мозку може спричинити реакцію зміни альфа-ритму на бета-ритм на ЕЕГ. Як називається ця реакція?

#### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. 1) Після травми по закінченні спінального шоку втрачаються довільні рухи кінцівок, спостерігається підвищення тонусу скелетних м'язів і випадання всіх видів чутливості тулуба і кінцівок.

2) Повне припинення зв'язків спинного мозку з вище розташованими відділами головного мозку.

3) Сегментарно-рефлекторна, провідникова, вегетативна функції спинного мозку.

2. 1) Передні корінці є еферентними руховими, а задні — аферентними чутливими.

2) Після перерізання у жаби всіх дорсальних корінців лівої сторони зникає згинальний тонус лівих кінцівок.

3) При перерізанні у жаби всіх вентральних корінців правої сторони зникають рухи правих кінцівок.

3. Такого ефекту можна домогтися, змінюючи збудливість рецепторів у м'язах (за рахунок впливу на  $\gamma$ -мотонейрони спинного мозку).

4. 1) Серцево-судинний, дихальний центр, жувальний, центр ковтання, гикавки, ссання, слиновиділення, сльозотечі, центри захисних реакцій: блювотний, чхальний, кашльовий, мигальний, центри деяких тонічних рефлексів.

2) Порушення серцево-судинної і дихальної функцій.

3) Зупинка серця, колапс судин, зупинка дихання.

5. Якщо блокувати висхідну дію РФ, тварина засинає, оскільки падає тонус клітин кори головного мозку і настає їх гальмування.

6. 1) Під час повороту голови децеребраційної тварини зі збереженими лабіринтами в одну сторону збільшується активність вестибулоспіналь-

ної системи, що підвищує тонус м'язів-розгиначів тієї ж сторони.

2) Тонічні рефлексі бувають статичними і ста-то-кінетичними. Статичні підрозділяються на рефлексі положення і рефлексі випрямлення. Статокінетичні підрозділяються на рефлексі у випадках прямолінійного руху тіла і рефлексі під час кругових рухів.

3) Центри тонічних рефлексів розташовані в ядрах мосту і довгастого мозку.

7. 1) Стан децеребраційної ригідності проявляється підвищенням тонусу м'язів-розгиначів тулуба і кінцівок.

2) Стан децеребраційної ригідності досягається поперечним розрізом мозку нижче червоних ядер.

3) Перерізання спричинює усунення гальмівного впливу червоних ядер на сегментарний апарат спинного мозку.

8. При закиданні голови назад збільшується тонус розгиначів передніх кінцівок і згиначів задніх.

9. Така реакція на ЕЕГ може бути викликана подразненням висхідної системи РФ середнього мозку. Вона називається реакцією активації, або реакцією пробудження.

## **Глава 5. РОЛЬ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ У РЕГУЛЯЦІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ**

### *Конкретні цілі:*

1. Знати структурно-функціональну організацію АНС та її відділів; медіаторні системи АНС, механізми впливів на вісцеральні функції організму.

2. Аналізувати зміни вісцеральних функцій за умов активації симпатичної або парасимпатичної системи.

3. Інтерпретувати механізми змін вісцеральних функцій після блокади передачі інформації в гангліонарних і нейроорганних синапсах АНС.

### **5.1. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ АНС**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі АНС в регуляції вісцеральних функцій необхідне для розуміння перебігу різних процесів у організмі людини як за умов норми, так і при патології, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову і функції АНС.
2. Роль структур АНС у забезпеченні вісцеральних функцій організму.

*Питання для усного і тестового контролю:*

1. Структурні та функціональні відмінності АНС від соматичної.
2. Структурні та функціональні відмінності симпатичної (СНС), парасимпатичної (ПСНС) і метасимпатичної нервової системи (МСНС).
3. Структурно-функціональні особливості вегетативних синапсів.
4. Медіатори вегетативних синапсів. Адренергічні й холінергічні структури.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перелічіть особливості АНС.
2. Намалюйте схеми рефлекторних дуг симпатичного і парасимпатичного рефлексів.
3. Намалюйте схему рефлекторної дуги метасимпатичного рефлексу.
4. Опишіть зв'язки МСНС із СНС і ПСНС.
5. Намалюйте вегетативний синапс і опишіть його особливості.
6. Що іннервують постгангліонарні холінергічні симпатичні нервові волокна?

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Визначення функціональних станів АНС за проявами:
  - оковісцерального рефлексу Ашнера — Даньїні;
  - дермографічного рефлексу;
  - зіничного рефлексу.

### **Методика дослідження оковісцерального рефлексу Ашнера — Даньїні**

*Для роботи необхідні:* секундомір, стетофонендоскоп, тонометр, стілець.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексу рекомендують проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця між виразністю індивідуальних рефлекторних реакцій.

Піддослідний сидить у вільному положенні. Через деякий час у нього підраховують пульс. Після цього дослідник натискає на обидва очних яблука водночас великим і вказівним пальцями однієї руки (або вказівним і середнім). Натискати рекомендується не на передню камеру, а на бічні відділи очного яблука інтенсивно, але не боляче для піддослідного. Через 30 с, не припиняючи натискання, підраховують пульс протягом 30 с. Після перерахунку на хвилини порівнюють частоту пульсу до і після натискання. Рефлекторна дуга рефлексу: механорецептори очних яблук — чутливі волокна окоорухового нерва (III), рівень замикання — ядро Якубовича в середньому мозку, проміжний і каудальний відділи ядра солітарного тракту довгастого мозку, еферентна ланка — волокна блукаючого нерва — міокард. У нормі відбувається уповільнення пульсу на кілька ударів за 1 хв (до 10 ударів). За цих умов спостерігаються й інші ваготонічні рефлекторні явища: падіння АТ, зміна дихання, кишкової перистальтики та ін. Більше уповільнення розцінюється як ваготонічний ефект, відсутність уповільнення або парадоксальне прискорення — як симпатикотонічний.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 5.1.

Таблиця 5.1

№	Піддослідний	Назва рефлексу	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівні замикання	Еферентна ланка	Вихідні показники		Після проби		Характер реакції
							ЧСС	АТ	ЧСС	АТ	
1											
2											

### **Методика дослідження дермографічного рефлексу**

*Для роботи необхідні:* перкусійний молоток, секундомір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексу рекомендують проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця між виразністю індивідуальних рефлекторних реакцій. Кожен із рефлексів експериментатор викликає по обидва боки й відзначає його виразність і симетричність.

Піддослідний сидить у вільному положенні. Через деякий час у нього загостреним кінцем рукоятки молотка на внутрішній поверхні передпліччя проводиться штрихове подразнення. Через кілька секунд у результаті реакції шкірних капілярів з'являється зміна кольору шкіри різної ширини, що зберігається кілька хвилин. Рожевий дермографізм — нормальне явище і є результатом вазодилатації. За умов підвищеної збудливості парасимпатичної іннервації виникає розлитий (широка смуга почервоніння) або занадто тривалий (стійкий) червоний дермографізм, або піднесений валик шкіри навколо проведеного штриха. За умов підвищеної активності симпатичної іннервації спостерігається білий дермографізм. Дермографічні зміни можуть бути відсутніми у зоні уражених сегментарних периферичних нервів і задніх корінців, що має топодіагностичне значення. Рефлекторна дуга: механорецептори шкіри — чутливі волокна м'язово-шкірного нерва — вегетативні нейрони латеральних рогів спинного мозку — волокна симпатичних постгангліонарних нейронів — гладкі м'язи судин шкіри.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 5.2.

### **Методика дослідження зіничного рефлексу людини**

*Для роботи необхідний* секундомір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексу рекомендують проводити на кількох піддослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна

Таблиця 5.2

№	Піддослідний	Назва рефлексу	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівні замикання	Еферентна ланка	Характер реакції	Виразність рефлексу	Тривалість дермографізму	Симетричність (D<S, D = S, D>S)
1										
2										

різниця між виразністю індивідуальних рефлекторних реакцій. Кожнен з рефлексів експериментатор викликає по обидва боки й відзначає його виразність і симетричність.

Зіничний рефлекс спостерігається при гарному освітленні. Експериментатор долонею своєї лівої руки закриває праве око піддослідного, а долонею правої руки — його ліве око. Через 10 с експериментатор різко забирає одну руку, уважно спостерігаючи за розміром досліджуваної зіниці. Повинно бути помітно звуження зіниці. Для спостереження співдружньої реакції експериментатор своєю долонею закриває тільки одне око піддослідного, потім швидко відводить руку. При цьому спостерігають реакцію зіниці другого ока. Рефлекторна дуга зіничного рефлексу: фоторецептори — зоровий нерв, зоровий тракт, верхні бугри чотиригорбикового тіла, рівень замикання — мезенцефалон, еферентна ланка — парасимпатичне ядро ококорухового нерва — скорочення м'язів, що звужують зіницю.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 5.3.

Таблиця 5.3

№	Піддослідний	Назва рефлексу	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівні замикання	Еферентна ланка	Характер реакції	Виразність рефлексу	Симетричність (D<S, D = S, D>S)
1									
2									

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. За умов підвищення концентрації іонів  $Ca^{2+}$  в позаклітинному середовищі збільшиться виділення ... з ... терміналей у гангліях АНС:

- A. АХ ... пресинаптичних
- B. НА ... пресинаптичних
- C. Адреналін (А) ... постсинаптичних
- D. АХ ... постсинаптичних
- E. ГАМК ... пресинаптичних

2. У гангліонарних пресинаптичних терміналях симпатичної нервової системи за участі холін-ацетилтрансферази синтезуються:

- A. НА
- B. АТФ
- C. А
- D. АХ
- E. Атропін

3. Передача інформації в гангліонарних синапсах парасимпатичної нервової системи відбувається за участі:

- A. НА
- B. АХ
- C. АТФ
- D. Атропіну
- E. ГАМК

4. Медіатор ... синтезується в ... пресинаптичних терміналях парасимпатичної нервової системи:

- A. АХ ... нервово-органних
- B. НА ... гангліонарних
- C. АХ ... гангліонарних і нервово-органних
- D. НА ... нервово-органних
- E. Серотонін ... гангліонарних

5. Нікотин у великих дозах є ... передачі збудження в гангліонарних синапсах ... нервової системи:

- A. Блокатором ... симпатичної
- B. Блокатором ... парасимпатичної
- C. Активатором ... симпатичної
- D. Активатором ... парасимпатичної
- E. Блокатором ... симпатичної і парасимпатичної

6. Передача інформації в нервово-органних синапсах симпатичної нервової системи здійснюється за участі:

- A. А
- B. НА
- C. АХ
- D. Атропіну
- E. ГАМК

7. Передача інформації в гангліях симпатичної нервової системи здійснюється за участі:

- A. А
- B. АХ
- C. АТФ
- D. Атропіну
- E. Серотоніну

8. До холінергічних нейронів належать пре-гангліонарні волокна ... нервової системи:

- A. Симпатичної
- B. Симпатичної та парасимпатичної
- C. Парасимпатичної
- D. Соматичної
- E. Соматичної та парасимпатичної

9. Медіатор ... синтезується в гангліонарних і нервово-органних пресинаптичних терміналях ... нервової системи:

- A. АХ ... парасимпатичної
- B. АХ ... симпатичної
- C. НА ... парасимпатичної
- D. НА... симпатичної
- E. А ... симпатичної

10. Медіатором ...  $\alpha$ -адренорецепторів найчастіше є ...:

- A. Симпатичних ... А
- B. Симпатичних ... АХ
- C. Парасимпатичних ... НА
- D. Парасимпатичних ... АХ
- E. Симпатичних ... НА

### **Відповіді**

1.А, 2.D, 3.В, 4.С, 5.Е, 6.В, 7.В, 8.В, 9.А, 10.Е.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Які із зазначених функцій організму не належать до вегетативних?

- A. Травні
- B. Кровообігу
- C. Подиху
- D. Рухові, здійснювані гладкою мускулатурою
- E. Рухові, здійснювані скелетними м'язами

2. Який з відділів АНС має на той або інший орган завжди строго однотипний вплив?

- A. Парасимпатичний
- B. Симпатичний
- C. Симпатичний та парасимпатичний
- D. Ніякий
- E. Усі відділи

3. Вставте пропущені слова. Симпатичні нерви ... силу скорочень ЧСС, діючи на ... адренорецептори:

- A. Прискорюють ...  $\alpha$ -
- B. Прискорюють ...  $\beta$ -
- C. Зменшують ...  $\alpha$ -
- D. Зменшують ...  $\beta$ -
- E. Правильні відповіді А і В

4. Вставте пропущені слова. Симпатичні нерви ... секрецію слини, діючи на ... адренорецептори:

- A. Підсилюють ...  $\alpha$ -
- B. Підсилюють ...  $\beta$ -
- C. Гальмують ...  $\alpha$ -
- D. Гальмують ...  $\beta$ -
- E. Правильні відповіді С і D

5. Укажіть неправильну відповідь. У чому відмінність АНС від соматичної нервової системи?

- A. Локалізація ядер у ЦНС
- B. Різна кількість еферентних нейронів
- C. Сегментарність іннервації на периферії
- D. Малий діаметр нервових волокон
- E. Переривання у периферичних гангліях

6. У Стародавній Індії підозрюваного в злочині судили «великим судом»: йому пропонували проковтнути жменю сухого рису. Якщо йому це не вдавалося, провина вважалася доведеною. Чому під час хвилювання неможливо проковтнути рис?

- A. Активація ПСНС і зменшення слиновиділення
- B. Активація ПСНС і збільшення слиновиділення
- C. Активація симпатoadреналової системи й посилення слиновиділення
- D. Зменшення кровопостачання слинної залози
- E. Активація симпатoadреналової системи і зменшення слиновиділення

7. ПСНС переважно іннервує органи, що здійснюють:

- A. Надходження й акумулювання Е в організмі
- B. Надходження й використання Е організмом
- C. Акумулювання й використання Е
- D. Виняткове використання Е організмом
- E. Надходження, акумулювання і використання Е організмом

8. Вставте пропущені слова. Нікотин — це ... синапсів АНС:

- A. Блокатор гангліонарних
- B. Блокатор нервово-органних
- C. Активатор гангліонарних
- D. Активатор нервово-органних
- E. Активатор гангліонарних і нервово-органних

9. Укажіть орган, що іннервується тільки прегангліонарними волокнами СНС:

- A. Шлунок
- B. Серце
- C. Мозкова речовина надниркових залоз
- D. Судини тулуба і кінцівок
- E. Слинні залози

10. Укажіть ефекти збудження ПСНС:

- A. Збільшення ЧСС
- B. Розширення зіниць
- C. Стимуляція слиновиділення
- D. Гальмування шлункової секреції
- E. Підвищення тону судин

### **Відповіді**

1.Е, 2.В, 3.В, 4.D, 5.С, 6.Е, 7.А, 8.С, 9.С, 10.С.

### **Ситуаційні завдання**

1. У досліді Орбелі — Гінецинського проводили тривалу стимуляцію сідничного нерва частотою 1 Гц, що викликало скорочення литкового м'яза і через якийсь час — розвиток його стомлення (ослаблення м'язових скорочень аж до повного їх припинення). Потім на тлі триваючої сти-

муляції рухового нерва додавали подразнення симпатичних нервових волокон, що іннервують той самий м'яз. Поясніть:

- 1) Що при цьому спостерігали в досліді?
- 2) Чим зумовлений цей ефект?
- 3) Яка теорія була сформульована на підставі цього й інших аналогічних фактів?

2. Виявлено, що під час подразнення вагосимпатичного стовбура в жаби спочатку спостерігається зменшення сили і ЧСС, аж до зупинки серця в діастолу. Потім відбувається відновлення серцевої діяльності, причому якийсь час серце скорочується з більшою частотою і силою, ніж до подразнення вагосимпатичного стовбура. За умов подразнення вагосимпатичного стовбура після аплікації атропіну спостерігається збільшення сили і ЧСС. Поясніть:

- 1) Чим зумовлене початкове зменшення сили і ЧСС?

2) Чому після припинення подразнення вагосимпатичного стовбура спостерігається посилення скоротливої діяльності серця?

3) Чому при подразненні вагосимпатичного стовбура після аплікації не спостерігається вагусного гальмування?

3. Для зняття тахікардії в клінічній практиці використовують фармакологічні препарати, що блокують β-адренорецептори (наприклад, пропранолол). Поясніть:

- 1) Чому блокада β-адренорецепторів може зняти приступ тахікардії?

2) Чи можна застосовувати ці препарати на людях, схильних до бронхоспазмів?

3) Чи можна застосовувати ці препарати за умов зниженого АТ?

4. Для блокування нападів бронхіальної астми, викликані бронхоспазмом (задуха внаслідок зменшення просвіту бронхів і бронхіол за умов нормальної функції мукоцитів), іноді використовують адреналін. Поясніть:

- 1) Якими фізіологічними механізмами зумовлений ефект адреналіну в цьому випадку?

2) Чому перш ніж вводити адреналін, у людини слід визначити величину АТ?

3) Які супровідні фізіологічні ефекти можуть при цьому спостерігатися?

5. В експерименті доведено, що координована моторика ШКТ (перистальтика, ритмічна сегментація тощо) зберігається навіть після перерізання симпатичних і парасимпатичних нервів, що його іннервують. Поясніть:

- 1) Які механізми забезпечують збереження координованої моторики ШКТ у цьому випадку?

2) Який вплив на моторну функцію ШКТ в організмі мають симпатичний і парасимпатичний відділи АНС?

6. У практиці «швидкої допомоги» для блокування нападу печінкової коліки, викликані спазмом жовчовивідних шляхів, використовують речовини, що блокують мускаринові холінорецептори (М-холіноблокатори, наприклад, платифілін). Поясніть:

- 1) Який фізіологічний механізм зумовлює лікувальний ефект М-холіноблокаторів у цьому випадку?

2) Які супровідні фізіологічні ефекти можуть при цьому спостерігатися?

7. В офтальмологічній практиці для розширення зіниці використовують розчин атропіну, що є М-холіноблокатором. Поясніть:

- 1) Чому закапування розчину атропіну викликає розширення зіниці?

2) Чи можуть при цьому спостерігатися зміни частоти й сили серцевих скорочень?

3) Чи може при цьому змінитися скоротлива функція скелетних м'язів?

8. Стеноз (звуження) воротаря шлунка може бути викликаний або гіпертонусом мускулатури, або рубцевими змінами його стінок, що не диференціюються за рентгенограмою. Для уточнення діагнозу можна використати введення атропіну, що є М-холіноблокатором. Поясніть:

- 1) Який ефект спостерігатиметься після введення атропіну, якщо стеноз був викликаний: гіпертонусом мускулатури? рубцевими змінами стінок?

2) Яке фізіологічне обґрунтування застосування атропіну в цій ситуації?

3) Які супровідні фізіологічні ефекти можуть при цьому спостерігатися?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) У досліді спостерігали відновлення працездатності м'яза.

2) Цей ефект зумовлений прямою дією СНС на обмін речовин м'язової тканини і не пов'язаний із судинними впливами.

3) Теорія Л. А. Орбелі про адаптаційно-трофічну функцію СНС. Відповідно до цієї теорії, СНС регулює обмін речовин, трофіку і збудливість органів і тканин організму.

2. 1) Початкове зменшення сили і ЧСС зумовлене впливом волокон блукаючого нерва.

2) Посилення скоротливої функції серця після припинення подразнення вагосимпатичного стовбура зумовлене впливом СНС. У складі вагосимпатичного стовбура у жаби, крім прегангліонарних волокон блукаючого нерва (групи В), є постгангліонарні волокна симпатичних нервів (групи С). Мієлінізованими волокнами групи В збудження поширюється швидше, ніж волокнами групи С. Після припинення збудження медіатор АХ швидко інактивується ацетилхолінестеразою, а НА ще продовжує діяти.

3) Атропін, будучи М-холіноблокатором, блокує проведення збудження на рівні інтрамуральних парасимпатичних гангліїв, припиняючи в такий спосіб гальмівну дію блукаючого нерва на серце.

3. 1) НА, що є медіатором у постгангліонарних закінченнях симпатичних нервів, взаємодіє з β-адренорецепторами міокарда, спричинюючи збільшення ЧСС. Застосування неселективного β-адреноблокатора приводить до зниження ЧСС.

2) Немає. У гладких м'язах бронхів локалізовані β-адренорецептори, активація яких симпа-

тичними нервами призводить до розслаблення м'язів. Відповідно застосування  $\beta$ -адреноблока-тора спричинює підвищення тонусу бронхів.

3) Немає. Застосування  $\beta$ -адреноблокатора спричинює зниження АТ.

4. 1) У гладких м'язах бронхів локалізовані  $\beta$ -адренорецептори, активація яких адреналіном призводить до розслаблення м'язів і зняття бронхоспазму.

2) Адреналін викликає збільшення АТ.

3) Може спостерігатися збільшення сили і ЧСС, підвищення рівня глюкози в крові.

5. 1) Після перерізання симпатичних і парасимпатичних нервів координована моторика ШКТ забезпечується рефлекторними дугами, що замикаються в межах м'язового і підслизового сплетіння у стінках травних органів — інтрамуральних гангліїв.

2) Блукаючі нерви за допомогою холінергічного механізму підсилюють моторику ШКТ (збільшують ритм і силу скорочень). Разом із тим, блукаючі нерви чинять і гальмівний вплив: викликають релаксацію шлунка, знижують тонуус пілоричного сфінктера. Симпатичні нерви крізь  $\alpha$ -адренорецептори гальмують моторику ШКТ. Відомі і стимулювальні впливи симпатичних нервів, наприклад, на пілоричний сфінктер.

6. 1) Активна моторна діяльність жовчного міхура і жовчовивідних шляхів пов'язана з функцією блукаючих нервів. Блокада М-холінорецепторів гладких м'язів викликає тимчасове блокування впливів вагуса, отже, зниження тонуусу та моторики жовчовивідних шляхів і самого жовчного міхура.

2) Супровідними ефектами можуть бути сухість у роті, зниження перистальтичної активності шлунка і кишечника, а також нетривале розширення зіниці.

7. 1) Зіниця звужується за умов скорочення кільцевого м'яза (сфінктера) райдужки, який іннервується парасимпатичними волокнами око-рухового нерва. Атропін, вибірково блокуючи М-холінорецептори м'яза, викликає розширення зіниці.

2) М-холіноблокатор атропін викликає розширення зіниці, збільшення сили і ЧСС, зменшен-ня перистальтики ШКТ (М-холінорецептори).

3) За цих умов не змінюється скоротлива функція скелетної мускулатури (Н-холінорецеп-тори).

8. 1) Після введення атропіну (М-холінобло-катор) спостерігатиметься розслаблення стінок воротаря у випадку гіпертонуусу і відсутність ефекту за умов рубцевих змін.

2) Тонуус воротаря залежить, у першу чергу, від функцій блукаючих нервів. При їх ви-миканні атропіном за допомогою блокади М-холінорецепторів тонуус знижується. Атропін у цьому випадку дозволяє віддиференціювати органічні ушкодження воротаря від функціо-нальних.

3) При цьому можуть спостерігатися збільшен-ня ЧСС, сухість у роті і розширення зіниці.

## 5.2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ АНС У РЕГУЛЯЦІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі АНС в регуляції вісцеральних функцій необ-хідне для розуміння механізмів фізіологічних про-цесів у організмі людини, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову і функції АНС.
2. Роль структур АНС у забезпеченні вісце-ральних функцій організму.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Організація вегетативних центрів.
2. Роль гіпоталамуса і кори великих півкуль в інтеграції функцій організму.
3. Чим представлена еферентна частина веге-тативної рефлекторної дуги?
4. Вплив відділів АНС на органи, які вона іннервує.
5. Функціональні особливості АНС у дітей та у людей літнього і старечого віку.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Складіть таблицю ефектів впливу СНС і ПСНС на діяльність органів, що іннервуються.
2. Опишіть роль гіпоталамуса як вищого підкіркового центру, що контролює діяльність АНС.

*Програма практичної роботи на занятті:* ви-значення функціональних станів АНС за резуль-татами проведення:

- орто- і кліностатичної проб;
- проби Ербена.

### **Методика проведення орто- і кліностатичної проб**

*Для роботи необхідні:* секундомір, стетофонен-доскоп, тонометр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексів рекомендується проводити на кількох піддослід-них, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця виразності індивідуальних рефлекторних реакцій.

1. Під час проведення ортостатичної проби вихідне положення піддослідного — горизон-тальне (лежачи). Після 3-хвилинного відпо-чинку реєструють пульс, піддослідний перехо-дить у вертикальне положення (стоячи). У нормі ортостатичний рефлекс проявляється прискоренням пульсу на 10–12 ударів за 1 хв (реєструють у першу хвилину після зміни по-ложення).

2. Під час проведення кліностатичної проби вихідне положення піддослідного — вер-тикальне (стоячи). Після 3-хвилинного відпо-чинку підраховують пульс, піддослідний пере-ходить в горизонтальне положення (лежачи). У нормі кліностатичний рефлекс виражається в уповільненні пульсу на 10–12 ударів за 1 хв (реєструють у першу хвилину після зміни по-ложення).

Більше уповільнення розцінюється як ваготонічний ефект, відсутність уповільнення або парадоксальне прискорення — як симпатикотонічний. Рефлекторна дуга рефлексу: механорецептори судин — аферентні волокна блукаючого нерва, рівень замикання — проміжний і каудальний відділи ядра солітарного тракту довгастого мозку, еферентні волокна блукаючого нерва — міокард. За цих умов спостерігаються й інші ваготонічні рефлекторні явища: зміна АТ, дихання, кишкової перистальтики й ін.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 5.4.

Таблиця 5.4

№	Підослідний	Назва проби	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівні замикання	Еферентна ланка	Вихідна ЧСС	ЧСС після проби	Характер реакції
1									
2									

#### Методика проведення проби Ербена

*Для роботи необхідні:* секундомір, стетофонендоскоп, тонометр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Спостереження рефлексів рекомендується проводити на кількох підослідних, оскільки в цьому випадку буде помітна різниця виразності індивідуальних рефлекторних реакцій.

При проведенні проби Ербена підослідному пропонують присісти навпочіпки і сильно нахилити голову вперед, бажано до зіткнення підборіддя з коліньми. У нормі виникає уповільнення пульсу в межах 8–12 ударів за 1 хв. Більше уповільнення розцінюється як переважання збудливості системи блукаючого нерва. За цих умов спостерігаються й інші ваготонічні рефлекторні явища: зміна АТ, дихання, кишкової перистальтики й ін.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати експерименту рекомендується оформити у вигляді табл. 5.5.

Таблиця 5.5

№	Підослідний	Назва проби	Рецептивне поле	Аферентна ланка	Рівні замикання	Еферентна ланка	Вихідна ЧСС	ЧСС після проби	Характер реакції
1									
2									

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. При введенні бета-адреноблокаторів ЧСС зменшиться внаслідок впливу на:

- A. Пресорний центр
- B. Депресорний центр
- C. Пейсмейкери міокарда
- D. Ядро *nervus vagus*
- E. Гіпоталамус

2. Моторику ШКТ можна знизити, використовуючи такі речовини:

- A. Аміназин
- B. А
- C. Атропін
- D. Хінін
- E. АХ

3. При введенні норадреналіну АТ збільшиться внаслідок ... адренорецепторів ...:

- A. Стимуляції ... судин
- B. Стимуляції ... серця
- C. Стимуляції ... судин і серця
- D. Блокади ... судин
- E. Блокади ... серця

4. Які з перерахованих ефектів не характерні для НА?

- A. Пригнічення перистальтики кишечника
- B. Скорочення радіальних м'язів зіниці
- C. Розширення судин скелетних м'язів
- D. Стимуляція секреції інсуліну
- E. Стимуляція секреції реніну

5. Нікотин у великих дозах блокує дію медіатора ... в ... синапсах АНС:

- A. АХ ... нервово-органних
- B. НА... гангліонарних
- C. НА ... нервово-органних
- D. АХ ... гангліонарних
- E. А ... нервово-органних

6. При введенні норадреналіну ЧСС ... внаслідок ... адренорецепторів серця:

- A. Збільшиться ... блокади
- B. Зменшиться ... стимуляції
- C. Зменшиться ... блокади
- D. Збільшиться ... стимуляції
- E. Не зміниться ... блокади

7. Фентоламін блокує дію НА в ... синапсах ... нервової системи:

- A. Гангліонарних ... симпатичної
- B. Гангліонарних ... парасимпатичної
- C. Нервово-органних ... симпатичної
- D. Нервово-органних ... парасимпатичної
- E. Гангліонарних ... метасимпатичної

8. Стимуляція ... нервової системи викликає ... коронарного кровотоку:

- A. Симпатичної ... зменшення
- B. Парасимпатичної ... збільшення
- C. Парасимпатичної ... зменшення
- D. Симпатичної ... збільшення
- E. Соматичної ... зменшення

9. Для блокади дії як симпатичної, так і парасимпатичної нервової системи на всі органи і структури організму можна застосувати:

- A. Метилксантини
- B. Гангліоблокатори
- C. АТФ
- D. Обзидан
- E. Усе перераховане вище

10. Ацетилхолін синтезується в ... пресинаптичних терміналях симпатичної нервової системи за участі ...

- A. Гангліонарних ... холінацетилтрансферази
- B. Гангліонарних ... ацетилхолінестерази
- C. Гангліонарних ... моноаміноксидази
- D. Гангліонарних ... фосфодіестерази
- E. Нервово-органних... холінацетилтрансферази

### **Відповіді**

1.C, 2.C, 3.C, 4.D, 5.D, 6.D, 7.C, 8.D, 9.B, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Під час резекції шлунка у людини, яку оперують, спостерігалось ураження серцевої діяльності. Який відділ, найімовірніше, бере участь у формуванні такої рефлекторної реакції?

- A. Ядра гіпоталамуса
- B. Мигдалеподібний комплекс
- C. Гіпофіз
- D. Ядра блукаючого нерва
- E. Спинний мозок

2. До якого виду вегетативних реакцій належить ортостатичний рефлекс?

- A. Вісцero-вісцeralьний
- B. Вісцero-дермальний
- C. Дермо-вісцeralьний
- D. Вісцero-соматичний
- E. Сомато-вісцeralьний

3. Який вплив чинить парасимпатичний відділ АНС на сфінктери ШКТ?

- A. Викликає сильне скорочення
- B. Спричинює як розслаблення, так і скорочення
- C. Викликає розслаблення
- D. Приводить до помірною скорочення
- E. Не впливає

4. Який вплив чинять парасимпатичні нерви на бронхи?

- A. Викликають їх значне розширення
- B. Спричинюють їх незначне розширення
- C. Приводять до звуження
- D. Викликають як звуження, так і розширення
- E. Не впливають на їх просвіт

5. Розширення зіниці залежить від ... тонусу ... нервової системи:

- A. Підвищення ... симпатичної
- B. Підвищення ... парасимпатичної

- C. Зниження ... симпатичної
- D. Зниження ... парасимпатичної
- E. Зниження ... метасимпатичної

6. Укажіть, де розташовані центри МСНС:

- A. Спинний мозок
- B. Довгастий мозок
- C. Середній мозок
- D. Вегетативні ганглії
- E. Кора великих півкуль

7. При спазмі гладкої мускулатури бронхів під час нападу бронхіальної астми фізіологічно обґрунтованим буде використання:

- A. Брадикініну
- B. НА
- C. Гістаміну
- D. А
- E. АХ

8. Які явища спостерігаються під час подразнення середніх ядер гіпоталамуса?

- A. Розширення зіниць
- B. Зміни обміну речовин
- C. Посилення перистальтики тонкого кишечника
- D. Звуження очної щілини
- E. Збільшення ШОЕ

9. Збудження передніх ядер гіпоталамуса спричинює:

- A. Розширення зіниць, брадикардію, гіперглікемію
- B. Розширення зіниць, тахікардію, гіперглікемію
- C. Звуження зіниць, брадикардію, гіпоглікемію
- D. Розширення зіниць, гіпергідратацію
- E. Звуження зіниць, тахікардію, гіпоглікемію

10. Що спостерігається під час подразнення задніх ядер гіпоталамуса?

- A. Уповільнення ЧСС
- B. Звуження бронхів
- C. Зниження тонусу артерій
- D. Збільшення секреції шлункових залоз
- E. Усі відповіді неправильні

### **Відповіді**

1.C, 2.E, 3.C, 4.C, 5.A, 6.D, 7.D, 8.B, 9.A, 10.E.

### **Ситуаційні завдання**

1. Під час операцій на органах черевної порожнини за умов загального знеболювання хірурги обов'язково роблять новокаїнізацію брижі, блокуючи в такий спосіб проведення збудження нервовими волокнами. Поясніть:

1) З якою метою це робиться?

2) Які рефлекторні вегетативні реакції можуть спостерігатися при механічному подразненні органів черевної порожнини?

3) Намалюйте схему рефлекторної дуги одного з таких вегетативних рефлексів.



2. Перед операцією під загальним знеболюванням людині серед інших премедикаційних засобів вводять атропін, що є М-холіноблокатором. Поясніть:

- 1) З якою метою це робиться?
  - 2) Які супровідні фізіологічні ефекти можуть під час цього спостерігатися?
  - 3) Чи може за цих умов змінитися скоротлива функція скелетної мускулатури?
3. У новонароджених дітей ЧСС сягає 140–150 за 1 хв, тимчасом як у дорослих — 60–80. Відомо, що чим старша дитина, тим більш значне почастищення ритму серцевих скорочень настає після введення атропіну, що є М-холіноблокатором. Поясніть:

- 1) Чим зумовлене почастищення ритму серцевих скорочень за умов введення атропіну?
- 2) Якими особливостями регуляції серцевої діяльності зумовлена більш висока ЧСС у дітей і її зменшення в міру дорослішання організму?

4. Центри симпатичного і парасимпатичних відділів АНС мають різну локалізацію. Поясніть:

- 1) Де розташовані центри симпатичного і парасимпатичних відділів АНС?
- 2) Які ефекти спостерігатимуться під час перерізаня спинного мозку на рівні нижніх шийних сегментів?

5. Рефлекторні дуги соматичної й автономної нервової системи істотно різняться. Поясніть:

- 1) У чому морфологічні розбіжності рефлекторних дуг вегетативних і соматичної нервових систем?
- 2) Яка розбіжність у морфофункціональній організації рефлекторних дуг СНС і ПСНС?

6. У пре- і постгангліонарних закінченнях АНС виділяють різні медіатори і олігопептиди. Поясніть:

- 1) У чому подібність і розбіжність виділення медіаторів у пре- і постгангліонарних закінченнях СНС і ПСНС?
- 2) Який фізіологічний ефект спостерігається після симпатичної і парасимпатичної денервації?

7. Ганглії АНС мають різну локалізацію, а пре- і постгангліонарні волокна СНС і ПСНС мають різну швидкість проведення збудження. Поясніть:

- 1) У чому розбіжності симпатичної і парасимпатичної іннервації внутрішніх органів?
- 2) Які впливи, СНС або ПСНС, позначаються швидше на функціях внутрішніх органів і чому?

8. Потові залози порівняно з іншими органами іннервуються СНС і мають особливості іннервації. Поясніть:

- 1) У чому особливості симпатичної іннервації потових залоз?
- 2) Які ефекти потових залоз спостерігаються після введення атропіну?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) Блокада аферентних нервів, розташованих у брижі, охороняє організм від виникнення небажаних вісцеро-вегетативних рефлексів.

2) Можуть спостерігатися зупинка серця, зміни моторики та секреції різних відділів ШКТ.

3) Схема: рецептори брижі — аферентні волокна блукаючого нерва — ядра блукаючого нерва в довгастому мозку — міокард.

2. 1) Атропін, блокуючи М-холінорецептори в постгангліонарних синапсах ПСНС, тим самим блокує еферентний вплив блукаючого нерва на діяльність різних органів і відділів ШКТ, усуваючи небажані рефлекторні реакції: наприклад, посилення перистальтики і секреції шлунка, кишечнику.

2) При цьому можуть спостерігатися збільшення ЧСС, сухість у роті й розширення зіниць.

3) Скелетна мускулатура за цих умов залишається інтактною, оскільки там немає М-холінорецепторів.

3. 1) Атропін, блокуючи М-холінорецептори в постгангліонарних синапсах ПСНС, тим самим припиняє гальмівні впливи блукаючого нерва на серцеву діяльність.

2) Після народження у дітей переважають механізми симпатичної регуляції ССС. З ростом дитини це переважання стає менш вираженим, тому що поступово зростає тонічне збудження центрів блукаючих нервів. Проявом цього є зменшення з віком ЧСС.

4. 1) Центри симпатичного відділу АНС розташовані в бічних рогах, починаючи з 8-го шийного і закінчуючи 2-м сегментом поперекового відділу спинного мозку. Центри ПСНС розташовані в передніх відділах гіпоталамуса, середньому мозку, мості та довгастому мозку, а також у 2–4 сегментах сакральних відділів спинного мозку.

2) Після перерізаня спинного мозку на рівні нижніх шийних сегментів у людини спостерігається падіння АТ і ЧСС, посилення моторики ШКТ і синдром Горнера (екзофтальм, звуження зіниці, напливання на око 3-ї повіки).

5. 1) Відмінність рефлекторних дуг АНС від соматичної нервової системи полягає в тому, що в еферентну ланку рефлекторних дуг АНС включені нервові ганглії.

2) Рефлекторні дуги ПСНС мають довший шлях до гангліїв, розташованих у самих органах, що іннервуються нею.

6. 1) У пре- і постгангліонарних закінченнях ПСНС виділяється АХ. У прегангліонарних закінченнях СНС виділяється АХ, а в постгангліонарних закінченнях — НА, А, дофамін, серотонін, ГАМК, АХ (виняток — потові залози, де виділяється АХ).

2) Після симпатичної і парасимпатичної денервації органів спостерігається їх підвищена чутливість до нейромедіаторів і олігопептидів.

7. 1) Ганглії симпатичного відділу АНС розташовані ланцюжками по обидві сторони від хребта (паравертебральні) і на деякому віддаленні від нього (превертебральні). Прегангліонарні волокна короткі, групи В. Постгангліонарні волокна довші, групи С.

2) Впливи ПСНС швидше позначаються на функціях внутрішніх органів, тому що СНС на периферії представлена довгими постгангліонарними волокнами групи С, якими збудження поширюється повільніше.

8. 1) Постгангліонарні симпатичні волокна, що іннервують потові залози, є холінергічними. Медіатор АХ підвищує активність потових залоз за рахунок взаємодії з М-холінорецепторами.

2) Після введення атропіну буде зменшуватися або припинятися потовиділення в результаті блокади М-холінорецепторів, оскільки атропін є М-холіноблокатором.

## **Глава 6. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ І РОЛЬ ЕНДОКРИННИХ ЗАЛОЗ У РЕГУЛЯЦІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ**

*Конкретні цілі:*

1. Аналізувати регульовані параметри і робити висновки про механізми регуляції функцій ендокринних залоз.

2. Робити висновки про стан фізіологічних функцій організму, його систем і органів за умов зміни концентрації гормонів у організмі.

3. Аналізувати вікові особливості функцій організму, пов'язані з діяльністю ендокринних залоз.

4. Аналізувати регульовані показники і робити висновки про стан процесів росту тіла в довжину, фізичного, психічного і статевого розвитку за участі гормонів.

5. Аналізувати регульовані параметри і робити висновки про стан механізмів регуляції сталості внутрішнього середовища під впливом гормонів.

6. Пояснювати механізми регуляції неспецифічної адаптації організму за участі гормонів.

### **6.1. ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ, ЇЇ ФАКТОРИ І МЕХАНІЗМИ ДІЇ ГОРМОНІВ НА КЛІТИНИ-МІШЕНІ. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЯЦІЇ СЕКРЕЦІЇ ГОРМОНІВ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі гуморальних факторів регуляції вісцеральних функцій необхідне для розуміння механізмів фізіологічних процесів у організмі людини, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Загальну характеристику гормонів, механізм їх дії.

2. Фізіологічні основи методів дослідження функцій залоз внутрішньої секреції.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Структурно-функціональна організація ендокринної системи: ендокринні залози, ендокринні клітини, гормони, їх вплив.

2. Фактори гуморальної регуляції, їх характеристика і класифікація.

3. Контур гуморальної регуляції, роль зворотного зв'язку в регуляції функцій.

4. Діяльність ендокринної системи, відмінності від нервової. Взаємозв'язок нервової і гуморальної регуляції.

5. Основні механізми дії гормонів, їх життєвий цикл. Рецептори мембран і внутрішньоклітинних рецепторів, вторинні посередники, G-протейни, їх роль.

6. Регуляція секреції гормонів. Гіпоталамо-гіпофізарна система. Нейросекрети гіпоталамуса, роль ліберинів і статинів.

7. Функціональний зв'язок гіпоталамуса з гіпофізом.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалювати схему контуру гуморальної регуляції.

2. Перелічити основні фактори гуморальної регуляції й охарактеризувати їх властивості.

3. Перелічити структурно-функціональні відмінності ендокринної системи від нервової.

4. Намалювати схему життєвого циклу гормонів.

5. Описати основні види взаємодії гормонів із клітинами-мішенями. Намалювати схеми.

6. Намалювати схему взаємодії гіпоталамо-гіпофізарної системи.

7. Указати види та функції ліберинів і статинів.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження впливу пітуїтрину на меланофорні клітини жаби з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження, розв'яжіть відповідні ситуаційні та тестові завдання.)

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Яка у середньому кількість гормонів перебуває у вільному стані в плазмі крові?

- A. 10 %
- B. 30 %
- C. 40 %
- D. 60 %
- E. 80 %

2. Рецептори гормонів містяться в:

- A. Гемоглобіні крові
- B. Транспортному білку крові
- C. Клітинах органів-мішеней
- D. Ендотелії судин
- E. У рибосомах

3. Який гормон практично не має спеціальних органів-мішеней?

- A. Окситоцин
- B. Соматотропін

- C. Тиреотропін  
D. Антидіуретичний гормон  
E. Вазопресин
4. Вторинний месенджер є фактором, що:  
A. Діє на рецептори клітин в органах-мішенях  
B. Активує комплекс гормон-рецептор  
C. Викликає дисоціацію молекулярного інгібітора  
D. Забезпечує передачу сигналу від рецептора до конкретних внутрішньоклітинних структур  
E. Усі відповіді неправильні
5. Де, крім ЦНС, утворюється значна кількість регуляторних пептидів?  
A. Селезінка  
B. Печінка  
C. ШКТ  
D. Легені  
E. Нирки
6. За умов збільшення вмісту естрогенів у плазмі крові спостерігається збільшення секреції окситоцину нейрогіпофізом, що є прикладом:  
A. Позитивного зворотного зв'язку  
B. Реактогенного ефекту  
C. Пермісивного ефекту  
D. Морфогенетичного ефекту  
E. Негативного зворотного зв'язку
7. Гормони циркулюють у крові:  
A. У вільному вигляді  
B. У формі неспецифічних комплексів з еритроцитами (Ер)  
C. У вигляді комплексу зі специфічними білками  
D. Правильні відповіді А, В, С  
E. У вільному вигляді й у комплексі зі специфічними білками
8. Внутрішньоклітинний тип рецепції характерний для:  
A. Пептидів  
B. Стероїдних і тиреоїдних гормонів  
C. Катехоламінів  
D. Інсуліну  
E. Усі відповіді правильні
9. Яка з нижче вказаних взаємодій характеризує довгу петлю зворотного зв'язку?  
A. Гіпоталамус–гіпоталамус  
B. Гіпофіз–гіпоталамус  
C. Гіпофіз–гіпофіз  
D. Периферична залоза внутрішньої секреції–гіпоталамус  
E. Гіпофіз–периферична залоза внутрішньої секреції
10. Що таке опіатні рецептори?  
A. Рецептори, що взаємодіють з ендорфінами і енкефалінами  
B. Рецептори, що взаємодіють з вазопресином і окситоцином  
C. Рецептори, які є тільки у наркомана

- D. Больові рецептори  
E. Немає правильної відповіді

### **Відповіді**

1.A, 2.C, 3.B, 4.B, 5.C, 6.A, 7.D, 8.B, 9.D, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Які гормони є похідними амінокислот?  
A. Тироксин, трийодтиронін  
B. Адреналін, норадреналін  
C. Дофамін  
D. Мелатонін  
E. Усі перераховані
2. Яка в середньому кількість гормонів зв'язана зі специфічними білками-переносниками у плазмі крові?  
A. 20 %  
B. 40 %  
C. 80 %  
D. 60 %  
E. 100 %
3. Яка з нижче перерахованих взаємодій характеризує ультракоротку петлю зворотного зв'язку?  
A. Гіпоталамус–гіпоталамус  
B. Гіпофіз–гіпоталамус  
C. Гіпофіз–гіпофіз  
D. Периферична залоза внутрішньої секреції–гіпоталамус  
E. Гіпофіз–периферична залоза внутрішньої секреції
4. Яким гормонам більшою мірою властива видова специфічність?  
A. Стероїдним  
B. Білково-пептидним  
C. Похідним амінокислот  
D. Гормонам не властива видова специфічність  
E. Видова специфічність не залежить від хімічної природи гормонів
5. Який із методів кількісного визначення рівня гормонів є найбільш точним і широко використовуваним у клінічній практиці?  
A. Радіоімунологічний  
B. Хроматографічний  
C. Електрофорез у гелі  
D. Фотоелектрокалориметричний  
E. Магніторезонансний
6. Яка з нижчеперелічених речовин належить до вторинних посередників (месенджерів)?  
A. Циклічний аденозинмонофосфат  
B. Циклічний гуанозинмонофосфат  
C. Інозитолтрифосфат  
D. Іонізований  $Ca^{2+}$  і кальмодулін  
E. Усі перераховані речовини

7. При збільшенні вмісту глюкокортикоїдів у кровоносному руслі спостерігається зниження виділення аденокортикотропного гормону (АКТГ) аденогіпофізом, що є прикладом:

- A. Позитивного зворотного зв'язку
- B. Негативного зворотного зв'язку
- C. Кінетичної дії
- D. Пускової дії
- E. Реактогенної дії

8. Мембранний тип рецепції характерний для:

- A. Пептидів і катехоламінів
- B. Стероїдних гормонів
- C. Тиреоїдних гормонів
- D. Глюкокортикоїдів
- E. Усі відповіді правильні

9. Первинний месенджер є фактором, що:

A. Забезпечує передачу сигналу від рецептора до конкретних внутрішньоклітинних структур

- B. Активує комплекс гормон-рецептор
- C. Діє на рецептори клітин в органах-мішенях
- D. Викликає дисоціацію молекулярного інгібітора
- E. Усі відповіді правильні

10. У людини добовий діурез 6 л, вміст глюкози в плазмі крові нормальний. Порушення секреції якого гормону є причиною цього явища?

- A. Вазопресин
- B. Інсулін
- C. Глюкагон
- D. Кортизол
- E. Окситоцин

### **Відповіді**

1. E, 2. C, 3. A, 4. B, 5. A, 6. E, 7. B, 8. A, 9. C, 10. A.

### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, у чому полягає принцип зворотного зв'язку діяльності ендокринних залоз? Наведіть приклад. Намалуйте схему контуру біологічної регуляції на прикладі обраного гормону.

2. Поясніть, у скільки разів швидкість поширення гуморального впливу менша швидкості поширення нервового імпульсу.

3. Поясніть, що відбудеться з функцією залози внутрішньої секреції, якщо в організм вводити більші дози її гормонів. Наведіть приклад. Намалуйте контур біологічної регуляції функціонування даної залози.

4. До ендокринолога звернувся пацієнт для висновку про стан функції щитоподібної залози. В аналізі крові — знижений вміст тиреоїдних гормонів. З діагностичною метою пацієнту ввели тиреоліберин. Результати дослідження: за 20 хв після введення тиреоліберину в 5 разів підвищився вміст у крові тиротропіну, а після 4 год зріс на

70 % вміст тиреоїдних гормонів ( $T_4$  і  $T_3$ ). Поясніть:

1) В якій ланці порушений гіпоталамо-гіпофізарно-тиреоїдний гормональний механізм?

2) Чи є у пацієнта гіпофізарна недостатність?

3) Чи є у пацієнта порушення функції щитоподібної залози?

5. Розгляньте нижченаведені етапи і результати експерименту: 1. Дві групи щурів-самців поміщали в клітки, розділені сітчастою перегородкою. 2. У вільну половину кліток підсаджували самок у стані еструсу. 3. Одній із груп до підсадження самок вводили препарат — блокатор люліберинових рецепторів, друга група була контрольною. 4. Досліджували динаміку тестостерону і лютропіну в крові самців обох груп після підсадження самки. У контрольній групі виявили динаміку підвищення рівня тестостерону через 20–40 хв після появи самки. Підйому рівня тестостерону сприяв пік лютропіну. У другій групі після введення препарату виявили зниження вихідного рівня тестостерону в 8 разів. На тлі блокади люліберинових рецепторів у самців у присутності самки не відбувалося підвищення рівня тестостерону в крові. Поясніть:

1) Який механізм гальмування продукції тестостерону при введенні антагоніста рецепторів люліберину?

2) Як регулюється секреція тестостерону?

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Принцип зворотного зв'язку в регуляції діяльності ендокринної системи полягає в тому, що тропні гормони гіпофіза стимулюють виділення гормонів залозою внутрішньої секреції, а залоза, у свою чергу, через виділення своїх гормонів гальмує секрецію тропних гормонів (так звана «плюс-мінус взаємодія»). Наприклад, АКТГ стимулює утворення глюкокортикоїдів, а кортизон гальмує виділення АКТГ.

2. У стільки ж разів, у скільки швидкість руху крові менша швидкості поширення збудження нервом.

3. Діяльність відповідної залози гальмується за механізмом негативного зворотного зв'язку і може відбутися атрофія від бездіяльності.

4. 1) Недостатній вміст тиреоїдних гормонів у організмі може бути наслідком ураження гіпоталамуса, гіпофіза і щитоподібної залози.

2–3) У цьому випадку за умов введення тиреоліберину рівень тиреотропіну і тиреоїдних гормонів зростає, тобто ураження гіпофіза та щитоподібної залози у пацієнта немає, а наявне збудження продукції тиреоліберину в гіпоталамусі.

5. 1) Регуляція здійснюється гіпоталамо-гіпофізарною системою за механізмом зворотного зв'язку.

2) Блокада люліберинових рецепторів гіпофіза призводить до гальмування секреції лютропіну і подальшого зниження секреції тестостерону. Зниження рівня тестостерону викликає інгібування статевої мотивації.

## 6.2. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ГОРМОНІВ У РЕГУЛЯЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПСИХІЧНОГО, ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ І ЛІНІЙНОГО РОСТУ ТІЛА

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі гормонів у регуляції процесів психічного, фізичного розвитку та лінійного росту тіла обов'язкове для розуміння механізмів фізіологічних процесів у організмі людини, що є необхідним для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Загальну характеристику гормонів, що регулюють процеси психічного, фізичного розвитку, лінійного росту тіла, та механізм їх дії.

2. Фізіологічні основи методів дослідження функцій гормонів, що регулюють процеси психічного, фізичного розвитку і лінійного росту тіла.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Структурно-функціональна організація гіпофіза. Класифікація його гормонів, їх функції і механізми взаємодії із клітинами органів-мішеней.

2. Роль соматотропного гормону (СТГ) у забезпеченні процесів росту і розвитку.

3. Контур регуляції секреції СТГ, циркадні ритми. Метаболічний вплив СТГ.

4. Соматомедини: інсуліноподібний фактор росту I (ІФР-I), інсуліноподібний фактор росту II (ІФР-II).

5. Щитоподібна залоза, її гормони, механізми дії на клітини органів-мішеней.

6. Вплив гормонів щитоподібної залози на стан психічних функцій, процеси росту і розвитку, метаболічні процеси, стан вісцеральних систем.

7. Перелічіть гормони, які впливають на процеси нормального росту (інсулін, стероїди гонад, кортизол), і поясніть їх роль.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перелічіть гормони адено- і нейрогіпофіза, охарактеризуйте їх функції. Опишіть порушення, які виникають в організмі за умов гіпо- і гіперфункції гіпофіза.

2. Дайте характеристику поняттю «циркадний ритм». Побудуйте контур регуляції секреції СТГ.

3. Перелічіть гормони щитоподібної залози і опишіть основні механізми взаємодії гормонів із клітинами-мішенями.

4. Укажіть гормони, які впливають на процеси нормального росту організму (інсулін, стероїди гонад, кортизол), опишіть їх роль і механізм дії.

5. Побудуйте контур регуляції секреції тироксину ( $T_4$ ) і трийодтироніну ( $T_3$ ).

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження ролі А, АХ і атропіну на тонус м'язів райдужної оболонки ока жаби з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол до-

слідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання.)

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Якщо у піддослідного основний обмін підвищений на 45 %, то найімовірніше має місце гіперфункція:

- А. Епіфіза
- В. Аденогіпофіза
- С. Кори надниркової залози
- Д.  $\beta$ -клітин острівців Лангерганса
- Е. Щитоподібної залози

2. Жінка 25 років скаржиться на розлад менструального циклу, виділення молока з молочних залоз, не пов'язане з вагітністю і годуванням дитини. У неї відзначаються ознаки ожиріння. Які гормональні зміни у крові будуть виявлені за даних умов?

- А. Зниження концентрації гормонів  $T_3$  і  $T_4$
- В. Підвищення рівня ФСГ
- С. Високий рівень естрогенів
- Д. Високий рівень андрогенів
- Е. Збільшення концентрації пролактину

3. Як СТГ забезпечує активізацію пластичних процесів в організмі?

- А. Збільшує синтез білка на рибосомах
- В. Збільшує надходження амінокислот усередину клітин
- С. Активує синтез ДНК, РНК
- Д. Зменшує катаболізм білка й амінокислот
- Е. Усі відповіді правильні

4. Нестача яких гормонів у дитячому віці викликає затримку росту, непропорційну статуру, затримку розумового розвитку?

- А.  $T_4$ ,  $T_3$
- В. СТГ
- С. Паратгормону
- Д. Тестостерону
- Е. ФСГ

5. Гіперпродукція йодовмісних гормонів щитоподібної залози в дорослих викликає розвиток:

- А. Мікседеми
- В. Хвороби Іценка — Кушинга
- С. Адісонової хвороби
- Д. Базедової хвороби
- Е. Акромегалії

6. Збільшення секреції СТГ вище норми в дитячому віці до закриття епіфізарних зон росту викликає розвиток:

- А. Ожиріння
- В. Гігантизму
- С. Акромегалії
- Д. Тиреоїдного нанізму
- Е. Гіпофізарного нанізму

7. Жінка 42 років скаржиться на постійну спрагу, рясне і часте сечовипускання, зниження

апетиту, головний біль. Загальний і біохімічний аналіз крові — без змін. Сеча безбарвна, прозора, слабо-кислої реакції, не містить цукру й інших патологічних домішок. Відносна щільність сечі — 1,002. Добовий діурез до 20 л. Дефіцит якого гормону призводить до виникнення даного стану?

- A. АДГ
- B. Передсердний натрійуретичний фактор
- C. Вазопресин
- D. Інсулін
- E. Глюкагон

8. Секрецію СТГ пригнічують:

- A. Кортизол
- B. Серотонін
- C. Тиреоїдні гормони
- D. Ендروгени
- E. Соматостатин

9. Гіперпродукція якого гормону викликає тремор кінцівок?

- A. Кортикотропіну
- B. Інсуліну
- C. Глюкагону
- D.  $T_4$
- E. СТГ

10. Які з нижче перерахованих гормонів мають анаболічну дію, стимулюють ріст кісток і закриття зон росту, збільшують еритропоез?

- A. Лейкопоетини
- B. Андрогени
- C. Естрогени
- D. Гестагени
- E. Кальцитонін

### Відповіді

1.E, 2.E, 3.E, 4.A, 5.D, 6.B, 7.A, 8.E, 9.D, 10.B.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. Підвищена збудливість ЦНС, дратівливість, емоційна лабільність є ознакою гіперпродукції гормонів:

- A. Парацитоподібних залоз
- B. Нейрогіпофіза
- C. Тимуса
- D. Щитоподібної залози
- E. Клубочкової зони кори надниркових залоз

2. У скільки разів більше виражений метаболічний ефект  $T_3$  порівняно з  $T_4$ ?

- A. 2–3
- B. 4–5
- C. 8–10
- D. 25
- E. 50

3. Окситоцин викликає скорочення матки в організмі вагітної жінки, що є прикладом його:

- A. Кінетичного ефекту

- B. Морфогенетичного ефекту
- C. Метаболічного ефекту
- D. Пермісивного ефекту
- E. Анаболічного ефекту

4. Інгібують секрецію СТГ:

- A. Соматостатин
- B. Гіперглікемія
- C. Прогестерон
- D. Стрес
- E. Вагітність

5. Які з нижче перерахованих ефектів властиві окситоцину?

- A. Усі відповіді неправильні
- B. Стимуляція скорочення матки при пологах
- C. Скорочення гладких м'язів проток молочних залоз
- D. Регуляція водно-сольового обміну і питної поведінки
- E. Усі перераховані ефекти, крім А

6. Продукція якого гормону стимулюється рефлекторно під час подразнення соска в процесі грудного годування?

- A. Прогестерону
- B. Плацентарного лактогену
- C. Окситоцину
- D.  $\beta$ -естрадіолу
- E. Гонадотропіну

7. Збільшення секреції СТГ вище норми після закриття епіфізарних зон росту викликає розвиток:

- A. Гігантизму
- B. Акромегалії
- C. Ожиріння
- D. Тиреоїдного нанізму
- E. Гіпофізарного нанізму

8. Нестача якого гормону в дитячому віці викликає затримку росту без порушень пропорційності статури й розумового розвитку?

- A.  $T_4$ ,  $T_3$
- B. АДГ
- C. Паратгормону
- D. Тестостерону
- E. СТГ

9. За умов гіперфункції щитоподібної залози маса тіла:

- A. Не змінюється
- B. Підвищується
- C. Виникає тиреоїдне ожиріння
- D. Знижується
- E. Знижується аж до виснаження організму

10. Нестача йодовмісних гормонів щитоподібної залози в дорослих викликає розвиток:

- A. Базедової хвороби
- B. Хвороби Іценка — Кушинга
- C. Мікседеми
- D. Акромегалії
- E. Адісонової хвороби

## Відповіді

1.D, 2.B, 3.A, 4.D, 5.E, 6.C, 7.B, 8.E, 9.D, 10.C.

## Ситуаційні завдання

1. Оберіть із наведеного нижче списку гормонів ті, які утворюються в гіпофізі. Охарактеризуйте їх властивості й опишіть механізм дії:  $T_4$ , АКТГ, АДГ, ЛТГ, ФСГ, кортизон, СТГ, інсулін.

2. На прийомі в ендокринолога перебуває дитина із затримкою росту. Після обстеження їй призначили для лікування кілька гормонів, у тому числі соматоліберин і соматотропін. Поясніть:

1) Функція якої залози внутрішньої секреції порушена у дитини?

2) Чому для лікування затримки росту призначені обидва гормони?

3) У чому полягають відмінності дії цих гормонів?

4) Який периферичний фізіологічний ефект має СТГ за умов затримки росту?

3. У різних умовах експерименту спостерігали забарвлення шкіри жаби. У пігментних клітинах (меланофорах) шкіри жаби містяться численні дрібні зерна темного пігменту. Розподіл пігменту змінюється завдяки рухам цитоплазми меланофорів. Забарвлення світлішає, коли пігмент сконцентрований навколо ядра клітин, і темніє, коли зерна пігменту розподіляються уздовж відростків клітин у великому просторі тіла. Меланофори жаби позбавлені іннервації та їх функціональний стан регулюється меланоформним гормоном (меланіном) і А. Розгляньте три етапи експерименту:

а) інтактній жабі ввели підшкірно А. Уже через 3–5 хв спостерігали ефект швидкого переміщення пігменту. Через 10–20 хв увесь пігмент концентрувався біля ядра. Шкіра посвітліла; разом із тим, дія А була короткочасною;

б) після видалення гіпофіза шкіра жаби сильно посвітліла, і цей ефект був стійким;

в) гіпофізектомованій жабі ввели меланофорний гормон. Через 30 хв почалося надходження пігменту у відростки, через 2,5 ч шкіра жаби потемніла. Поясніть:

1) Чому ефект А є короткочасним?

2) Яку картину можна спостерігати в меланофорах і судинах шкіри жаби після введення А?

3) Чому після гіпофізектомії шкіра жаби світлішає?

4) Чому дія меланофорного гормону проявляється повільно і перебігає довгостроково?

4. Собаці ввели велику кількість фізіологічного розчину. Поясніть, чи вплине це на діяльність гіпофіза? Опишіть механізм цього ефекту.

5. Людям, що проживають у зоні ризику Чорнобильської АЕС, як профілактичний засіб після аварії вводили препарати йоду. Поясніть, з якою метою це робилося.

6. У людини під час обстеження виявлені тахікардія, екзофтальм, підвищення рівня основного обміну на 40 %. Про ураження функції якої залози внутрішньої секреції можна думати? По-

ясніть механізм дії гормону. Намалюйте схему його взаємодії із клітинами органів-мішеней.

7. На прийомі в педіатра перебувала дитина 10 років зі скаргами на сонливість, ослаблення уваги, слабку успішність. Під час діагностичного обстеження в дитини виявлена знижена функція щитоподібної залози. Поясніть:

1) Який елемент необхідний для нормального секреторного циклу тиреоїдних гормонів?

2) Які рекомендації слід дати цьому пацієнтові?

3. Збільшена або зменшена в цього пацієнта щитоподібна залоза?

## Відповіді до ситуаційних завдань

1. У гіпофізі утворюються: АКТГ, ЛТГ, ФСГ, СТГ.

2. 1) Функція аденогіпофіза.

2) Для запобігання карликовості.

3) Соматоліберин має стимулювальну дію на продукцію СТГ у гіпофізі.

4) СТГ викликає підвищення синтезу білків і збільшення строми організму, регулює жировий і вуглеводний обмін, сприяє росту кісток у довжину, стимулює синтез і секрецію соматомединів у печінці, які регулюють ріст некісткових тканин.

3. 1) Адреналін швидко руйнується ферментом MAO.

2) Судини шкіри звужуються, а у відростках меланофорів відбувається рух пігменту в напрямках до ядра клітин.

3) Немає продукції меланофорного гормону.

4) Латентний період пов'язаний із синтезом пігменту під впливом введеного гормону, його розподілом і рухом по відростках клітин всієї поверхні шкіри.

4. Так. У відповідь на збільшення об'єму циркулюючої крові (ОЦК) у результаті рефлексу з волюморцепторів правого передсердя зменшиться секреція АКТГ. Це приведе до зниження секреції альдостерону й ослаблення реабсорбції натрію та води, які у великих кількостях виділяються нирками.

5. Йод у великих кількостях захоплюється клітинами щитоподібної залози до повного насичення. Під час аварії в атмосферу і ґрунт потрапила велика кількість радіоактивних ізотопів йоду. Потрапляння його в організм приводить до концентрування радіоактивного йоду в щитоподібній залозі. Попереднє насичення залози звичайним нерадіоактивним йодом запобігає такій небезпеці.

6. Такі симптоми спостерігаються за умов гіперфункції щитоподібної залози (Базедова хвороба).

7. 1) Недостатній вміст в організмі тиреоїдних гормонів ( $T_4$  і  $T_3$ ) може бути спричинений різними факторами, до яких належать недостатнє надходження йоду в організм, уроджене порушення біосинтезу тиреоїдних гормонів, вплив радіоактивного опромінення. Для нормального секреторного циклу тиреоїдних гормонів  $T_4$  і  $T_3$  необхідний йод.

2) Дитині слід приймати йодовмісні препарати, у харчовому раціоні використовувати йодовану сіль.

3) Об'єм щитоподібної залози збільшений.

### 6.3. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ГОРМОНІВ У РЕГУЛЯЦІЇ ГОМЕОСТАЗУ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі гормонів у регуляції процесів гомеостазу необхідне для розуміння механізмів фізіологічних процесів у організмі людини, що є необхідним для практичної роботи лікаря будь-якої спеціальності.

*Мета заняття.* Знати:

1. Загальну характеристику гормонів, що регулюють процеси гомеостазу, механізм їх дії.  
2. Фізіологічні основи методів дослідження функцій гормонів, що регулюють процеси гомеостазу в організмі.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Перелічити гормони підшлункової залози (інсулін, глюкагон, соматостатин), охарактеризувати їх вплив на метаболізм і концентрацію глюкози в крові.

2. Укажіть гормони всіх залоз внутрішньої секреції, які впливають на мінеральний обмін, і охарактеризуйте їх властивості.

3. Баланс  $Ca^{2+}$  в організмі та гормони, які регулюють  $Ca^{2+}$  і P гомеостаз.

4. Охарактеризуйте функції паратиреоїдного гормону (паратгормону), кальцитоніну, активної форми вітаміну  $D_3$  — кальцитріолу ( $1,25(OH)_2D_3$ ).

5. Опишіть вплив гормонів інших залоз на метаболізм  $Ca^{2+}$  і його гомеостаз (глюкокортикоїди, СТГ, ІФР-1, тиреоїдні гормони, естрогени, інсулін).

*Питання до письмової відповіді:*

1. Побудуйте контур гуморальної регуляції підтримки сталості концентрації глюкози в крові.

2. Опишіть механізм розвитку гіпоглікемічного шоку.

3. Перелічіть гормони всіх залоз внутрішньої секреції, які впливають на мінеральний обмін, і охарактеризуйте їх властивості.

4. Опишіть порушення, які виникають в організмі дитини за умов дефіциту кальцитріолу.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження впливу інсуліну на білих мишей з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження, розв'яжіть відповідні ситуаційні та тестові завдання.)

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. За умов збільшеного вмісту глюкокортикоїдів у крові спостерігається зниження АКТГ аденогіпофіза, що є прикладом:

- А. Позитивного зворотного зв'язку
- В. Негативного зворотного зв'язку
- С. Пускової дії
- Д. Кінетичної дії
- Е. Метаболічної дії

2. У юнака 22 років через 2 тиж. після травми живота відзначаються такі симптоми: сухість у роті, спрага, рясне сечовипускання, підвищений апетит, схуднення, свербіж шкіри. Про ураження якого органа свідчить ця симптоматика?

- А. Печінка
- В. Нирки
- С. Підшлункова залоза
- Д. Надниркова залоза
- Е. Шлунок

3. Для дослідження обміну вуглеводів у чоловіка 30 років був проведений функціональний тест із навантаженням глюкозою. Через 2 год після введення 50 г вуглеводів рівень глюкози в крові пацієнта становив 7,1 моль/л. Як, на вашу думку, слід інтерпретувати результати проведеної функціональної проби?

- А. Нормальна толерантність до глюкози
- В. Толерантність до глюкози незначно знижена
- С. Толерантність до глюкози незначно підвищена
- Д. Результати тесту характерні для прихованого діабету
- Е. Результати тесту характерні для явного діабету

4. Людина 74 років була доставлена до клінічної лікарні зі скаргами на слабкість, що швидко розвивається, запаморочення. В анамнезі цукровий діабет — більше 20 років. При огляді відзначаються тремтіння кінцівок, вологість шкіри і слизових оболонок. Лабораторно: вміст глюкози в крові — 2,0 ммоль/л. Які дії необхідно розпочати в обов'язковому порядку й у першу чергу?

- А. Призначити пероральні цукрознижувальні препарати
- В. Увести простий інсулін
- С. Увести інсулін тривалої дії
- Д. Досить відкоригувати дієту
- Е. Увести глюкозу

5. З метою корекції водно-електролітного балансу людині зробили ін'єкцію кальцитріолу (вітамін  $D_3$ ). Які зміни електролітного складу сечі при цьому відзначатимуться?

- А. Зменшення екскреції  $Na^+$
- В. Зменшення екскреції  $K^+$
- С. Зменшення екскреції  $HCO_3^-$
- Д. Збільшення екскреції  $Ca^{2+}$
- Е. Зменшення екскреції  $Ca^{2+}$

6. За умов збільшення концентрації  $Ca^{2+}$  у плазмі крові секреція гормону кальцитоніну, синтезованого парафолікулярними клітинами щитоподібної залози:



- A. Лінійно збільшується
- B. Лінійно знижується
- C. Експоненціально збільшується
- D. Експоненціально зменшується
- E. Не змінюється

7. Експериментальній тварині (щур) була зроблена ін'єкція речовини, що вибірково вражає  $\beta$ -клітини підшлункової залози. Які з нижчеперелічених змін відзначатимуться в плазмі крові через 14 днів після ін'єкції?

- A. Збільшення концентрації  $H^+$
- B. Збільшення концентрації глюкозону
- C. Зниження концентрації  $HCO_3^-$
- D. Зниження вмісту амінокислот
- E. Збільшення осмотичного тиску плазми

8. Відомо, що навіть за умов значного зниження концентрації глюкози в плазмі крові в здоровому організмі, розвитку гіпоглікемії протидіють різні гормони. Однак після внутрішньовенного введення великої дози інсуліну концентрація глюкози в крові тривалий час залишається зниженою і відновлюється не відразу. Укажіть можливі причини даного феномена:

- A. Недостатність функції мозкової речовини надниркових залоз
- B. Дефіцит глюкозону
- C. Недостатність функції мозкової речовини надниркових залоз і дефіцит глюкозону
- D. Збільшення концентрації тироксину
- E. Розвиток цукрового діабету

9. Введення людині інсуліну приводить до переважного збільшення надходження глюкози:

- A. В усі тканини і клітини організму
- B. В епітеліальні клітини ниркових каналців
- C. У клітини тонкого кишечника
- D. У більшість нейронів кори головного мозку
- E. У кісткові м'язи

10. До механізмів збільшення концентрації глюкози в плазмі крові під впливом гормону глюкозону слід зарахувати такий:

- A. Взаємодія глюкозону з ДНК ядра клітин-мішеней
- B. Взаємодія глюкозону з рецепторами в цитоплазмі клітин-мішеней
- C. Активація  $G_s$ -рецепторів мембран клітин-мішеней
- D. Взаємодія із  $Ca^{2+}$  у цитоплазмі клітин-мішеней
- E. Гальмування секреції інсуліну

### Відповіді

1.B, 2.C, 3.A, 4.E, 5.E, 6.A, 7.D, 8.C, 9.E, 10.C.

### Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»

1. Який з перерахованих нижче гормонів найбільше впливає на екскрецію  $Na^+$  за умов, що всі вони застосовуються в однакових кількостях?

- A. Прогестерон
- B. Кортизол
- C. Альдостерон
- D. Вазопресин
- E. Дегідроепіандростерон

2. У людини під час операції на щитоподібній залозі були ушкоджені паращитоподібні залози. Які зміни  $Ca^{2+}$  обміну, а також симптоми виникнуть за цих умов протягом 10 днів після операції?

- A. Зниження вмісту в плазмі  $Ca^{2+}$ , збільшення м'язової збудливості
- B. Зниження вмісту в плазмі фосфатів, тетанус
- C. Зниження вмісту в плазмі фосфатів і  $Ca^{2+}$ , судоми
- D. Збільшення концентрації в плазмі фосфатів і  $Ca^{2+}$ , демінералізація кісток
- E. Збільшення м'язової збудливості, висока концентрація  $Ca^{2+}$  у плазмі і демінералізація кісток

3. Укажіть, який із нижче перерахованих факторів має найбільший ефект на секрецію паратгормону:

- A. Зміна концентрації фосфатів у плазмі крові
- B. Зміна концентрації  $Na^+$  у плазмі крові
- C. Зміна концентрації  $Ca^{2+}$  у плазмі крові
- D. Зміна концентрації 1,25-дигідроксихолекальциферолу в плазмі крові
- E. Зміна концентрації  $T_4$  у плазмі крові

4. У яких клітинах утворюється соматостатин?

- A.  $\alpha$ -Клітини острівців Лангерганса
- B.  $\beta$ -Клітини острівців Лангерганса
- C.  $\gamma$ -Клітини острівців Лангерганса
- D.  $\delta$ -Клітини острівців Лангерганса
- E. Екзокринна тканина підшлункової залози

5. Висока концентрація  $Ca^{2+}$  у плазмі крові призводить до:

- A. Демінералізації кісток
- B. Збільшення утворення 1,25-дигідроксихолекальциферолу
- C. Зменшення секреції кальцитоніну
- D. Зниження згортання крові
- E. Збільшення утворення 24,25-дигідроксихолекальциферолу

6. Людина протягом останніх 2 міс. споживала їжу з низьким вмістом  $Ca^{2+}$ . Які гормональні або метаболічні зміни розвиваються за цих умов?

- A. Збільшення утворення 24,25-дигідроксихолекальциферолу
- B. Зниження кількості  $Ca^{2+}$ -з'єднувального протеїну в епітеліальних клітинах тонкого кишечника
- C. Збільшення секреції паратиреоїдного гормону
- D. Збільшення вмісту в плазмі кальцитоніну
- E. Збільшення концентрації фосфатів у плазмі

7. Укажіть фізіологічний ефект передсердного натрійуретичного гормону

- A. Антидіуретична дія
- B. Стимуляція виведення  $\text{Na}^+$  нирками
- C. Збільшення швидкості клубочкової фільтрації (ШКФ)
- D. Стимуляція зворотного всмоктування  $\text{Na}^+$  нирками
- E. Стимуляція секреції  $\text{Na}^+$  нирковими каналцями

8. Відомо, що під час хронічної ниркової недостатності розвивається гіпокальціємія, що призводить до резорбції кісткової тканини. Порушення утворення якої речовини лежить в основі цього процесу?

- A. (Вітамін- $\text{D}_3$ ) гормон
- B. Паратгормон
- C. Натрійуретичний гормон
- D. Ренін
- E. Альдостерон

9. Утворення якого гормону лежить в основі ендокринної функції серця?

- A. Адреналін
- B. Вазопресин
- C. Кортизол
- D. 1,25-дигідроксикальциферол
- E. Натрійуретичний фактор

10. У людей похилого віку часто спостерігається демінералізація кісток (знижений вміст іонів  $\text{Ca}^{2+}$ ). Причиною цього може бути знижена секреція:

- A. Тиреокальцитоніну
- B. Тироксину
- C. Інсуліну
- D. Альдостерону
- E. Паратгормону

#### Відповіді

1.C, 2.A, 3.C, 4.D, 5.E, 6.C, 7.B, 8.A, 9.E, 10.A.

#### Ситуаційні завдання

1. Гіпоглікемія більш небезпечна для організму, ніж гіперглікемія. Яке непряме підтвердження цьому можна навести, склавши список гормонів, що регулюють вміст цукру в крові? Поясніть механізм дії цих гормонів.

2. Під впливом якого гормону здійснюються: синтез глікогену в печінці і м'язах; інтенсивне окиснювання глюкози в тканинах; зменшення кількості цукру в крові; зниження катаболізму білка? Поясніть механізм дії цього гормону. Намалюйте схему його взаємодії з клітинами органів-мішеней.

3. У тварини спостерігаються підвищений розпад глікогену в печінці і м'язах, гіперглікемія. Під впливом яких гормонів можуть відбуватися ці явища? Поясніть механізм їхньої дії. Намалюйте схему їх взаємодії з клітинами органів-мішеней.

4. За умов якого дисгормонального стану основними симптомами є порушення обміну: гіпер-

глікемія, глюкозурія, кетонурія, ожиріння печінки і підвищення розпаду білка, ацидоз. Поясніть механізм дії відсутнього гормону. Намалюйте схему його взаємодії з клітинами органів-мішеней.

5. З дією якої групи гормонів пов'язані такі ефекти: протизапальна дія, зниження активності гіалуронідази, пригнічення імунних реакцій, стимуляція утворення глюкози, стимуляція окисних процесів у м'язах? Поясніть механізм дії цих гормонів. Намалюйте схему їх взаємодії з клітинами органів-мішеней.

6. Назвіть гормони, що забезпечують збереження в організмі  $\text{Na}^+$  за рахунок реабсорбції його в каналцях нирок, виведення з організму  $\text{K}^+$ , регуляцію  $\text{K}^+$ - $\text{Na}^+$  рівноваги. Поясніть механізм дії цих гормонів. Намалюйте схему їх взаємодії з клітинами органів-мішеней.

#### Відповіді до ситуаційних завдань

1. В організмі найважливіші механізми дублюються. Відомий тільки один гормон, що знижує рівень цукру (інсулін), і сім гормонів, що підвищують цей рівень.

2. Під впливом інсуліну.

3. Під впливом глюкагону й адреналіну.

4. При нестачі інсуліну — цукровому діабеті.

5. Ці ефекти мають глюкокортикоїди (кортикостерон, гідрокортизон та ін.).

6. Мінералокортикоїди (альдостерон) і, частково, глюкокортикоїди.

### 6.4. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ ГОРМОНІВ У РЕГУЛЯЦІЇ АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ДО СТРЕСОВИХ ФАКТОРІВ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі гормонів у регуляції процесів адаптації організму до стресових факторів необхідне для розуміння механізмів фізіологічних процесів у організмі людини, що є необхідним для практичної роботи лікарів багатьох спеціальностей.

*Мета заняття.* Знати:

1. Загальну характеристику гормонів, що регулюють процеси адаптації організму до стресових факторів, механізм їх дії.

2. Фізіологічні основи методів дослідження функцій гормонів, що регулюють процеси адаптації організму до стресових факторів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Поняття про стрес і стресові фактори. Загальний адаптаційний синдром (Г. Сельє).

2. Види адаптації до дії стресових факторів.

3. Роль симпатoadреналової системи в адаптації.

4. Гормони мозкової речовини надниркової залози, регуляція їх секреції, роль у регуляції адаптації організму до стресових факторів.

5. Гормони кори надниркових залоз. Контурні регуляції їх секреції, циркадні ритми секреції

глюкокортикоїдів, їх впливи й механізми дії на клітини-мішені.

6. Роль гормонів у регуляції неспецифічної адаптації організму до стресових факторів.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Дайте визначення поняттям: «стрес», «стресові фактори».

2. Опишіть види і механізми адаптації.

3. Опишіть фази загального адаптаційного синдрому.

4. Перелічіть функції гормонів кіркової речовини надниркових залоз.

5. Укажіть основні ефекти катехоламінів.

5. Укажіть роль гормонів гіпофіза, кори надниркових залоз, щитоподібної залози, статевих гормонів і вагоінсулярної системи в регуляції неспецифічної адаптації організму до стресових факторів.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження впливу адреналіну на ізольоване серце жаби з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання.)

2. Дослідження впливу видалення надниркової залози у щурів на стійкість до гіпоксії з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження та розв'яжіть відповідні ситуаційні і тестові завдання).

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Який гормон є представником глюкокортикоїдів?

- A. Альдостерон
- B. Прогестерон
- C. Кортизол
- D. Тестостерон
- E. Адреналін

2. Гіперпродукція глюкокортикоїдів є характерною для:

- A. Базедової хвороби
- B. Хвороби Іценка — Кушинга
- C. Мікседеми
- D. Акромегалії
- E. Карликовості

3. Адреналін виділяється в:

- A. Мозковій речовині надниркових залоз
- B. Кірковій речовині надниркових залоз
- C. Щитоподібній залозі
- D. Паращитоподібних залозах
- E. Статевих залозах

4. Глюкокортикоїди виділяються в:

- A. Мозковій речовині надниркової залози
- B. Кірковій речовині надниркової залози
- C. Щитоподібній залозі
- D. Паращитоподібних залозах
- E. Статевих залозах

5. До похідних амінокислот належать:

- A. НА
- B. Прогестерон
- C. Тестостерон
- D. Простагландини
- E. Естрогени

6. Під дією адреналіну:

- A. Підвищується АТ
- B. Збільшується хвилинний об'єм серця
- C. Підвищується ЧСС
- D. Підвищується рівень глюкози в крові
- E. Усі відповіді вірні

7. Альдостерон виділяється в:

- A. Мозковій речовині надниркових залоз
- B. Кірковій речовині надниркових залоз
- C. Щитоподібній залозі
- D. Паращитоподібних залозах
- E. Статевих залозах

8. Альдостерон утворюється в таких органах і має такі властивості:

A. Виділяється мозковою речовиною надниркових залоз і підсилює клубочкову фільтрацію в нирках

B. Виділяється кірковою речовиною надниркових залоз і підсилює реабсорбцію  $\text{Na}^+$  в канальцях нефрона

C. Виділяється мозковою речовиною надниркових залоз і пригнічує клубочкову фільтрацію в нирках

D. Виділяється кірковою речовиною надниркових залоз і пригнічує реабсорбцію  $\text{Na}^+$  в канальцях нефрона

E. Усі відповіді вірні

9. Рівень глюкози в крові може підвищуватися під впливом:

- A. Інсуліну
- B. Окситоцину
- C. Глюкокортикоїдів
- D. Паратирину
- E. Вазопресину

10. Який з перерахованих гормонів має протизапальну дію?

- A. Адреналін
- B. Кортизол
- C. Інсулін
- D. Гістамін
- E. Альдостерон

#### **Відповіді**

1.C, 2.B, 3.A, 4.B, 5.A, 6.E, 7.B, 8.B, 9.C, 10.B.

#### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. У трансплантології з метою пригнічення автоімунних реакцій після пересадження органів обов'язковим є проведення курсу гормонотерапії. Які гормони застосовують для цих цілей?

- A. Мінералокортикоїди
- B. Глюкокортикоїди.
- C. Статеві гормони
- D. Адреналін
- E. Соматотропний гормон

2. Яка стадія стресу настає за умов дії сили стресового впливу, що перевищує захисні сили організму?

- A. Тривоги
- B. Первинного шоку
- C. Вторинного шоку
- D. Виснаження
- E. Підвищеної резистентності

3. До ендокринологічного відділення надійшла людина з характерним бронзовим забарвленням шкірних покривів, особливо шкіри обличчя, шиї і рук, а також скаргами на зниження апетиту, нудоту, блювання, підвищену стомлюваність при фізичному навантаженні. Недостатність функції якої залози внутрішньої секреції може призвести до розвитку зазначених явищ?

- A. Епіфіза
- B. Аденогіпофіза
- C. Нейрогіпофіза
- D. Кіркової речовини надниркових залоз
- E. Мозкової речовини надниркових залоз

4. Які з нижчеперелічених гормонів виробляються в мозковій речовині надниркових залоз?

- A. Катехоламіни
- B. Статеві стероїди
- C. Йодовмісні гормони
- D. Рилізінг-гормони
- E. Контрінсулярні гормони

5. У пристосуванні організму до стресових факторів переважно беруть участь:

- A. Глюкагон, мінералокортикоїди
- B. Катехоламіни, глюкокортикоїди
- C. Катехоламіни, паратгормон
- D. Глюкокортикоїди, тестостерон, естрогени
- E. Статеві гормони

6. Які з нижчеперелічених гормонів синтезуються в кірковій речовині надниркових залоз?

- A. Катехоламіни
- B. Статеві стероїди
- C. Йодовмісні гормони
- D. Рилізінг-гормони
- E. Контрінсулярні гормони

7. Похідними якої амінокислоти є катехоламіни?

- A. Триптофану
- B. Тирозину
- C. Тироніну
- D. Глутаміну
- E. Аргініну

8. За умов хронічного психоемоційного стресу значно знижуються захисні реакції організму проти інфекції, що є результатом високого рівня:

- A. Альдостерону
- B. Адреналіну
- C. НА
- D. Кортизолу
- E. Соматотропіну

9. Адреналін збільшує ЧСС, що є прикладом його ефекту:

- A. Морфогенетичного
- B. Метаболічного
- C. Кінетичного
- D. Корегувального
- E. Пермісивного

10. Який гормон регулює виділення глюкокортикоїдів?

- A. Окситоцин
- B. Соматотропін
- C. Лютропін
- D. Кортикотропін
- E. Пролактин

### **Відповіді**

1.B, 2.D, 3.E, 4.A, 5.B, 6.B, 7.B, 8.D, 9.B, 10.D.

### **Ситуаційні завдання**

1. Після відбірного туру до міжнародного конкурсу бальних танців були допущені стажери і танцювальні пари, що мали досвід виступу на престижних конкурсах. Перед виступом в обох групах зріс рівень адреналіну, у деяких зі стажерів у 10 разів. Поясніть:

1) Яка фізіологічна і метаболічна дія А на органи-мішені?

2) Як змінюється рівень глюкози в крові за умов підвищення концентрації А в крові?

3) Який процес перебігає в печінці під впливом А?

4) Як відбувається забезпечення енергією серцевого м'яза за умов сильного емоційного стресу?

2. Пацієнт переніс у результаті побутової травми значну крововтрату, що супроводжувалася зниженням АТ крові. Поясніть:

1) Дію яких гормонів можна розглядати як «першу лінію захисту» під час зниження АТ, викликаного крововтратою?

2) Які гормони сприяють відновленню об'єму маси крові на пізніх строках після травми?

3) Фізіологічні ефекти якого із двох гормонів — вазопресину або альдостерону — розвиваються на пізніх етапах відновлення рівня АТ?

3. Пацієнт Н., що одержує тривале лікування кортизолом із приводу запального процесу, звернувся до лікаря зі скаргами на набряклість і зниження м'язової маси. Під час обстеження були виявлені додаткові дані: зростання рівня глюкози в крові та підвищення АТ. Поясніть:

1) Внаслідок яких змін у м'язах зменшилася їх маса?

2) Внаслідок яких змін розвинулася гіперглікемія?

3) Яким є механізм розвитку набряків?  
4) Яким є механізм розвитку гіпертензії?  
4. У досліді спостерігали і реєстрували скорочення серця і матки вагітної самки щура. Після введення А на діаграмі виявили зміни амплітуди м'язових скорочень. Поясніть:

1) З якими рецепторами взаємодіє А у міометрії та міокарді?

2) Як змінилася сила скорочень серця і матки?

5. Який гормон має такі ефекти: впливає на ріст, бере участь у реакціях адаптації під впливом стресу, а також у формуванні імунокомпетентних органів? Поясніть його механізм дії. Намалюйте схему його взаємодії з клітинами органів-мішеней.

6. З дією якого гормону пов'язані такі ефекти: розширення зіниці, гіпертензія, посилення роботи серця, гіперглікемія, підвищення енергетики м'язового скорочення, зменшення моторики кишечника? Поясніть механізм дії цього гормону. Намалюйте схему його взаємодії із клітинами органів-мішеней.

7. Поясніть, розвиток якого процесу представлено на даній схемі: стадія тривоги — ? — стадія виснаження. Додайте відсутню ланку.

8. Додайте відсутні ланки в схему процесів, що відбуваються за умов стресу: подразнення рецепторів — гіпоталамус — ? — гіпофіз — ? — надниркова залоза — ? — адаптивні реакції. Поясніть свою відповідь.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) Енергомобілізуючі, адаптаційно-трофічні. Стимулює глікогеноліз, ліполіз, викликає перерозподіл кровотоку до скелетної мускулатури, активує дихання.

2) Підвищується.

3) Розпад глікогену, вивільнення глюкози з печінки у кров.

4) За рахунок запасів глікогену в міокарді, вивільнення глюкози за умов його розпаду під впливом А через збудження  $\beta$ -адренорецепторів міокарда.

2. 1) Ними є адреналін, вазопресин.

2) Ренін-ангіотензин-альдостеронова система, еритропоетин.

3) Це альдостерон — стероїдний гормон. Його ефекти проявляються за кілька днів після включення ренін-ангіотензинового механізму.

3. Ускладнення після тривалого прийому кортизолу спричинені тим, що:

1) Кортизол викликає розпад білків і гальмування їхнього синтезу в м'язах.

2) Кортизол також стимулює розпад жиру й утворення глюкози з амінокислот і продуктів ліполізу в процесах глюконеогенезу. Надходження глюкози в кров призводить до гіперглікемії.

3) Набряки пов'язані з альдостероноподібною дією кортизолу на реабсорбцію  $\text{Na}^+$  в ниркових канальцях і подальшим збільшенням об'єму міжклітинної рідини.

4) Гіпертензія розвивається вдруге, внаслідок підвищеної реабсорбції води в кров і збільшення ОЦК.

4. 1) У міометрії — з  $\beta_2$ -адренорецепторами, а в міокарді — з  $\beta_1$ -адренорецепторами.

2) Сила скорочень серця збільшується, а матки — зменшується.

5. Гормон виличкової залози — тимозин.

6. Ці ефекти пов'язані з дією А.

7. Схема розвитку загального адаптаційного синдрому (стрес-реакції за Г. Сельє): стадія тривоги — стадія резистентності — стадія виснаження.

8. Подразнення рецепторів — гіпоталамус — релізінг-фактор — гіпофіз — АКТГ — надниркова залоза — глюкокортикоїди — адаптивні реакції.

### **6.5. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ВЕГЕТАТИВНОЇ ТА ЕНДОКРИННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Набуття і закріплення практичних навичок із вегетативної та ендокринної регуляції вісцеральних функцій організму, що застосовуються з метою діагностики і лікування в клініці, є необхідною умовою для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми вегетативної та ендокринної регуляції вісцеральних функцій організму.

2. Методи дослідження функцій АНС і ендокринних залоз, їх інтерпретацію і аналіз.

*Перелік практичних навичок з автономної та ендокринної регуляції вісцеральних функцій організму:*

1. Графічно зображувати схеми контурів вегетативної регуляції функцій організму.

2. Малювати схеми рефлекторних дуг автономних рефлексів і пояснювати методики їх дослідження.

3. Графічно зображувати схеми контурів гормональної регуляції функцій організму.

4. Малювати схеми контурів секреції гормонів ендокринними залозами і пояснювати механізми дії різних гормонів на клітини-мішені.

5. Зображувати схеми контурів регуляції параметрів гомеостазу за участі гормонів.

6. Малювати схеми контурів регуляції адаптаційних процесів за участі гормонів.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Де розташовані тіла преангіліонарних нейронів парасимпатичного відділу АНС?

А. У середньому і довгастому мозку, куприковому відділі спинного мозку

В. У середньому мозку, грудному і поперековому відділах спинного мозку

С. У грудному і поперековому відділах спинного мозку

D. У довгастому мозку і грудному відділі спинного мозку

E. У шийному та грудному відділах спинного мозку

2. Де розташовані тіла преангліонарних нейронів симпатичного відділу АНС?

A. У середньому і довгастому мозку, куприковому відділі спинного мозку

B. У середньому мозку, грудному і поперековому відділах спинного мозку

C. У бічних рогах грудного і поперекового відділів спинного мозку

D. У довгастому мозку і грудному відділі спинного мозку

E. У шийному і грудному відділах спинного мозку

3. За умов подразнення якого з перерахованих відділів проміжного мозку спостерігаються ефекти, характерні для збудження парасимпатичного відділу АНС?

A. Медіального відділу гіпоталамуса

B. Переднього відділу гіпоталамуса

C. Заднього відділу гіпоталамуса

D. Латерального відділу гіпоталамуса

E. Епіфіза

4. Ефекти підвищення АТ і збільшення ЧСС можуть бути отримані під час подразнення:

A. Задньої групи ядер гіпоталамуса

B. Ділянки медіального гіпоталамуса

C. Середньої групи ядер гіпоталамуса

D. Передньої групи ядер гіпоталамуса

E. Будь-якої групи ядер гіпоталамуса

5. Ефект зменшення ЧСС може бути отриманий за умов подразнення:

A. Задньої групи ядер гіпоталамуса

B. Медіальної ділянки гіпоталамуса

C. Середньої групи ядер гіпоталамуса

D. Передньої групи ядер гіпоталамуса

E. Будь-якої групи ядер гіпоталамуса

6. Для зменшення симпатичних впливів на серцеву діяльність можна застосовувати:

A. Речовини, що блокують М-холінорецептори

B. Речовини, що блокують Н-холінорецептори

C. Інгібітори ХЕ

D. Речовини, що блокують  $\beta$ -адренорецептори

E. Речовини, що блокують  $\alpha$ -адренорецептори

7. Медіаторами МСНС є:

A. Пурини

B. АТФ

C. Аденозин

D. Нейропептиди

E. Усі відповіді вірні

8. Швидкість поширення збудження в преангліонарних симпатичних і парасимпатичних нервових волокнах дорівнює:

A. 70–120 м/с

B. 0,5–2,0 м/с

C. 3–15 м/с

D. 30–70 м/с

E. 20–50 м/с

9. Укажіть швидкість поширення збудження в постангліонарних симпатичних нервових волокнах:

A. 70–120 м/с

B. 0,5–2,0 м/с

C. 3–15 м/с

D. 30–70 м/с

E. 20–50 м/с

10. За умов блокади симпатичної іннервації можна спостерігати:

A.  $\downarrow$  ЧСС,  $\downarrow$  АТ, розширення судин шкіри

B. Розширення зіниць,  $\uparrow$  ЧСС,  $\uparrow$  АТ

C.  $\uparrow$  ЧСС,  $\uparrow$  АТ, розширення судин шкіри

D.  $\downarrow$  ЧСС,  $\downarrow$  АТ, звуження зіниць

E. Усі відповіді вірні

### **Відповіді**

1.A, 2.C, 3.B, 4.A, 5.D, 6.D, 7.A, 8.C, 9.B, 10.E.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Результати дослідження стероїдних гормонів у плазмі крові здорової жінки з регулярними 28-денними менструальними циклами свідчать про те, що протягом останніх 12 год відзначався пік концентрації 17- $\beta$ -естрадіолу. Вміст прогестерону за цих умов був незначним. На розвиток якої з перелічених ситуацій можна чекати протягом наступних 3 днів?

A. Зниження базальної температури тіла

B. Припинення менструації

C. Початку менструації

D. Овуляції

E. Регресії жовтого тіла

2. В акушерсько-гінекологічній практиці з метою ранньої діагностики вагітності досліджується сеча жінки. Виявлення яких гормонів у сечі вірогідно свідчить про настання вагітності?

A. Естріол

B. 17- $\beta$ -естрадіол

C. Хоріонічний гонадотропін (ХГ)

D. Тестостерон

E. Прогестерон

3. Жінка 45 років протягом півроку відзначає посилення росту волосся на обличчі, білій лінії живота, нижніх кінцівках. Огрубіли риси обличчя. Нерегулярні менструації. З якими гормональними змінами можна пов'язати розвиток зазначених порушень?

A. Ослаблення секреції глюкокортикоїдів

B. Посилення секреції окситоцину

C. Збільшення концентрації соматотропного гормону

D. Збільшення утворення андрогенітального глобуліну

E. Посилення секреції андрогенів

4. Жінка 25 років скаржиться на розлад менструального циклу, виділення молока з молочних залоз, не пов'язане з вагітністю і годуванням дитини. Відзначаються ознаки ожиріння. Які гормональні зміни в крові будуть виявлені за даних умов?

A. Зниження концентрації гормонів  $T_3$  і  $T_4$

B. Підвищення рівня ФСГ

C. Високий рівень естрогенів

D. Високий рівень андрогенів

E. Збільшення концентрації пролактину

5. Жінка 30 років протягом останнього року відзначає в себе розвиток вторинних статевих ознак за чоловічим типом (зміна тембру голосу, ріст бороди), припинення менструацій. При обмеженні харчування і суворому дотриманні дієти відзначає ожиріння, особливо в ділянці обличчя та шиї. Лабораторні дані свідчать про гіперглікемію і затримку води в організмі. З якими гормональними порушеннями найчастіше може бути пов'язаний розвиток зазначених порушень?

A. Гіпофункція щитоподібної залози

B. Гіперфункція кори надниркових залоз

C. Гіперфункція яєчників

D. Гіперпродукція АДГ

E. Гіперкатехоламінемія

6. У результаті обстеження з приводу безплідності в чоловіка С. (35 років) було виявлено недорозвинення сім'яносних трубочок. З нестачею секреції якого гормону найімовірніше пов'язана ця аномалія?

A. Лютеїнізуючий гормон

B. Соматостатин

C. Окситоцин

D. Фолікулоstimулювальний гормон

E. Кортизол

7. Період статевого дозрівання в людей зазвичай не починається у віці раніше 8 років. Причиною цього факту є таке:

A. Тканини організму несприйнятливі до статевих гормонів

B. Яєчники і яєчка несприйнятливі до дії гонадотропінів

C. Гіпофіз не здатний виробляти адекватні кількості гонадотропінів

D. У головному мозку секретується речовина, що блокує реакції статевих залоз у відповідь на надходження в кров гонадотропінів

E. Гіпоталамус не здатний циклічно секретувати гонадотропін-релізінг-гормон

8. У чоловіків тестостерон продукується головним чином в:

A. Клітинах Лейдига

B. Клітинах Сертолі

C. Сім'яносних трубочках

D. Сім'яносному канатику

E. Придатках яєчка

9. З метою корекції менструального циклу жінці рекомендоване введення прогестерону. Укажіть, які явища спостерігатимуться в матці після застосування гормону:

A. Посилення секреторної діяльності ендометрія

B. Посилення проліферації ендометрія

C. Підвищення скоротливості матки

D. Підтримка кислого середовища

E. Збільшення зроговіння епітелію

10. Яку з нижче перелічених функцій виконує ФСГ у жінок?

A. Розрив фолікула

B. Проліферація ендометрія

C. Індукція дозрівання фолікула

D. Лютеїнізація гранульозних клітин фолікула

E. Індукція секреції прогестерону

### Відповіді

1.D, 2.C, 3.E, 4.E, 5.B, 6.D, 7.E, 8.A, 9.A, 10.C.

### Ситуаційні завдання

1. У клінічній практиці для блокування нападів тахікардії іноді натискають на очні яблука пацієнта. Поясніть:

1) Чому цей прийом може спричинити зниження ЧСС?

2) Як називається цей рефлекс?

3) Які ще екстракардіальні рефлекси вам відомі?

2. Захитування (морська хвороба) виникає за умов подразнення вестибулярного апарату, що впливає на перерозподіл м'язового тону. Чим пояснюється поява симптомів нудоти і запаморочення під час морської хвороби?

3. Тривалим подразненням соматичного нерва м'яз доведений до стомлення. Поясніть, що відбудеться з м'язом, якщо підключити подразнення симпатичного нерва, що йде до м'яза? Як називається цей феномен?

4. У дослідах на зрощених тваринних парабіонтах вивчали взаємовідношення між гіпофізом і статевими залозами. Після операції зшивання двох щурів у них устанавлюється спільний кровообіг. Потім в одного щура видалили гіпофіз, а в другого — гонади. Гіпофіз кастрата почав виділяти більші кількості фолітропіну, і його вміст у крові зберігався високим. Поясніть:

1) За яким механізмом підвищилася секреція фолітропіну в кастрованого щура?

2) Чому статеві гормони, які виробляються в гонадах щура з вилученим гіпофізом, не гальмують продукцію фолітропіну в щура-кастрата?

5. Який гормон викликає гіпертрофію слизової оболонки матки в першій половині менструального циклу, а при вагітності сприяє росту матки? Поясніть механізм дії гормону. Намалюйте схему його взаємодії з клітинами органів-мішеней.

6. Який гормон викликає розвиток і секрецію залоз слизової оболонки матки в другій половині менструального циклу, стимулює збільшення молочних залоз, а при вагітності сприяє імплантації

і розвитку плода в матці? Поясніть механізм дії гормону. Намалюйте схему його взаємодії з клітинами органів-мішеней.

7. Первинні і вторинні статеві ознаки починають розвиватися ще до структурно-функціонального дозрівання статевих залоз. Більше того, можливі випадки патологічно раннього статевого дозрівання в дітей. При цьому, однак, статеві залози залишаються функціонально незрілими. Поясніть, у чому можлива причина зазначених ефектів?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) Натискання на очні яблука, викликаючи збудження еферентних волокон блукаючих нервів, приводить до посилення їх гальмівного впливу на серцеву діяльність.

2) Окосерцевий рефлекс (Даньїні — Ашнера).

3) Синокаротидний (Іванова — Герінга), рефлекс Гольца, Ціона — Людвіга (з рецепторів дуги аорти).

2. Вестибулярні ядра мають зв'язок не тільки з мотонейронами, але й з нейронами АНС, що впливають на дихання, кровообіг, функції ШКТ. Тому при захитуванні відбувається збудження цих нейронів, що викликає вегетативні симптоми морської хвороби.

3. Після підключення подразнення симпатичного нерва спостерігається посилення м'язових скорочень стомленого м'яза (феномен Орбелі — Гінецинського).

4. 1) Нестача статевих гормонів у крові стимулює за механізмом зворотного зв'язку продукування фолітропіну.

2) Статеві гормони порівняно швидко інактивуються в печінці й інших органах цього щура.

5. Фолікулостимулювальний гормон.

6. Прогестерон (гормон жовтого тіла).

7. Статеві гормони, крім статевих залоз, виробляються ще й наднирковими залозами, діяльність яких у дітей істотно вища, ніж статевих залоз.

### **6.6. КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ МОДУЛЯ З ФІЗІОЛОГІЇ ЗБУДЛИВИХ ТКАНИН, НЕРВОВОЇ ТА ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Контроль знань і практичних навичок методів дослідження нервової та гуморальної систем, використання яких є необхідною умовою для практичної роботи лікаря під час діагностики і лікування в клініці.

*Мета заняття.* Знати:

1. Основні механізми, що лежать в основі функціональної активності органів нервової та гуморальної систем.

2. Методики дослідження функціональних станів нервової та гуморальної систем і їх клінічне застосування.

### **Перелік питань для підготовки до модульного контролю № 1**

*Вступ у фізіологію:*

1. Фізіологія як наука. Завдання фізіології. Поняття про функції. Методи фізіологічних досліджень.

2. Живий організм як об'єкт вивчення фізіології. Рівні організації живого. Взаємовідношення організму із зовнішнім середовищем. Гомеостаз, гомеокінез.

3. Поняття про регуляцію, принцип зворотного зв'язку в підтримці гомеостазу.

4. Значення механізмів регуляції в живому організмі. Функціональні відмінності нервових і гуморальних механізмів.

5. Фактори гуморальної регуляції (метаболіти, нейросекрети, гормони). Їх особливості і зв'язок з АНС.

*Загальна фізіологія збудливих структур:*

1. Потенціал спокою, механізми походження, його параметри, фізіологічна роль.

2. Потенціал дії, механізми походження, його параметри, фізіологічна роль.

3. Збудливість. Показники збудливості. Критичний рівень деполяризації, поріг деполяризації клітинної мембрани.

4. Значення окремих іонів у виникненні потенціалу спокою.

5. Значення окремих іонів у виникненні потенціалу дії.

6. Механізми підтримки й відновлення іонної асиметрії в збудливих тканинах.

7. Типи іонних каналів і особливості їх регуляції.

8. Як змінюється стан іонних каналів при розвитку потенціалу дії?

9. Які основні властивості потенціалу дії?

10. Що таке клітини-пейсмекери?

11. Фази зміни збудливості клітини під час розвитку одиночного потенціалу дії.

12. Значення параметрів електричних стимулів для виникнення збудження.

13. Закони подразнення збудливих тканин. Графічне вираження законів подразнення.

14. Механізми проведення збудження нервовими волокнами.

15. Закони проведення збудження нервовими волокнами.

16. Особливості проведення збудження в мієлінових волокнах.

17. Класифікація нервових волокон за їх діаметром, швидкістю проведення, тривалістю потенціалу дії.

18. Механізми передачі збудження крізь нервово-м'язовий синапс.

19. Перелічити можливі механізми припинення проведення збудження в міоневральному синапсі.

20. Описати послідовність сполучення збудження і скорочення скелетних м'язів.

21. Особливості скорочення гладких м'язів.

22. У чому принципова відмінність структури гладком'язових клітин?

23. Умови і механізми розвитку тетанічних скорочень.



24. Механізми скорочення і розслаблення скелетних м'язів.
  25. Які процеси зумовлюють розслаблення м'язів?
  26. Типи і види м'язових скорочень.  
*Нервова регуляція:*
    1. Біологічна регуляція, її види. Що таке принцип зворотного зв'язку і яка його роль у регуляції?
    2. Класифікація нейронів залежно від функцій.
    3. Які основні властивості мембрани нейронів?
    4. У якій ділянці нейронної мембрани виникає потенціал дії? Поясніть, чому.
    5. Як утворюються нейронні сітки, які їх основні функції?
    6. Які види синапсів є в ЦНС?
    7. Які механізми дії медіаторів у ЦНС?
    8. Механізми функціонування збудливих синапсів.
    9. Сумація збудження в ЦНС, її види, механізми, значення.
    10. Механізм постсинаптичного гальмування і його значення.
    11. Механізм пресинаптичного гальмування і його значення.
    12. Механізм реципрокного гальмування і його значення.
    13. Механізм поворотного гальмування і його значення.
    14. Рефлекс, класифікація рефлексів.
    15. Рефлекторна дуга, види рефлекторних дуг у ЦНС.
    16. Нервовий центр і його функціональні властивості.
    17. Що таке дивергенція і конвергенція?
    18. Принципи доміанти й основні властивості домінантного вогнища.
    19. Класифікація рецепторів у організмі людини та їх основні функції.
    20. Який механізм збудження первинно- і вторинночутливих рецепторів?
    21. Що таке пропріорецептори, які їх види і функції?
    22. Будова і функції м'язових веретен.
    23. Як влаштовані сухожильні органи Гольджи і яке їхнє функціональне призначення?
    24. Яке призначення моносинаптичного рефлексу, що запускається при розтягуванні м'язового веретена?
    25. Чим відрізняється синаптична передача в синапсах ЦНС і нервово-м'язових синапсах?
    26. Що таке час рефлексу? Центральний час рефлексу?
    27. Перелічити принципи координації рефлексів.
    28. Що таке центральне гальмування рефлексів?
    29. Види АХ- і НА-рецепторів. Їх локалізація.
    30. Нейрофізіологічні системи підтримки активності кори головного мозку.
- Роль ЦНС у регуляції функцій:*
1. Яка морфофункціональна характеристика моторних відділів спинного мозку?

2. Які рухові полісинаптичні рефлекси замикаються на рівні спинного мозку?
  3. Які рефлекси здійснюються спинномозковими центрами?
  4. Як проявляється вплив вищерозміщених відділів ЦНС на рефлекси спинного мозку?
  5. Висхідні й низхідні шляхи в спинному мозку.
  6. Які моторні центри є в стовбурі мозку?
  7. Які рефлекси здійснюють моторні центри стовбура мозку?
  8. Як здійснюються позні випрямні рефлекси центрів стовбура мозку?
  9. Як здійснюються статичні випрямні рефлекси центрів стовбура мозку?
  10. Які структурні і нейронні елементи мозочка беруть участь у регуляції рухів?
  11. Які зміни в руховій сфері виникають за умов ураження мозочка?
  12. Які аферентні й еферентні зв'язки моторних зон кори?
  13. Базальні ядра, їх участь у регуляції довільних рухів.
  14. Таламус і основні групи ядер у ньому.
  15. Які функції в аналізі сенсорної інформації виконує таламус?
  16. Структура та функції лімбічної системи.
  17. Яка структурна характеристика сенсорних і асоціативних зон кори великих півкуль?
  18. У чому специфіка аналітико-синтетичних процесів на рівні кори великих півкуль?
  19. Де в корі великих півкуль розташовуються нейрони, які беруть участь у регуляції рухів?
  20. Як формуються періодичні взаємодії різних моторних центрів при здійсненні складних довільних рухів?
  21. Рефлекси середнього мозку.
  22. Що таке децеребраційна ригідність?
  23. Значення червоних ядер у регуляції рухових функцій.
  24. Значення чорної субстанції в регуляції рухових функцій.
  25. Висхідні впливи рухових функцій стовбура мозку.
  26. Низхідні впливи рухових функцій стовбура мозку.
  27. Функціональна організація й зв'язки базальних гангліїв.
  28. Нейромедіатори в системі базальних гангліїв та їх фізіологічна роль.
  29. Електрофізіологічні методи дослідження функцій кори великих півкуль.
  30. Функціональна організація лімбічної системи.
- Роль автономної нервової системи в регуляції вісцеральних функцій:*
1. Загальний план будови АНС нервової системи.
  2. Автономні рефлекси, особливості їх рефлекторної дуги.
  3. Вегетативні ганглії, особливості та механізми проведення збудження в них.
  4. Функціональні відмінності прегангліонарних і постгангліонарних волокон.
  5. Синапси АНС, їх медіатори, циторекцептори й блокатори передачі збудження в синапсах.

6. Вплив симпатичної нервової системи на вісцеральні функції.

7. Вплив парасимпатичної нервової системи на вісцеральні функції.

8. Метасимпатична система, її роль у регуляції вісцеральних функцій.

9. Сегментарні центри АНС.

10. Надсегментарні центри АНС нервової системи.

11. Структурні й функціональні особливості СНС.

12. Структурні й функціональні особливості ПСНС.

13. Що являє собою моноамінергічна система?

14. Роль гіпоталамуса в регуляції вегетативних функцій.

15. Де розташовані центри симпатичних відділів АНС?

16. Де розташовані центри парасимпатичних відділів АНС?

17. У чому морфологічні відмінності рефлекторних дуг вегетативних і соматичної нервових систем?

18. У чому подібність і відмінність виділення медіаторів у пре- і постгангліонарних закінченнях симпатичного й парасимпатичного відділів АНС?

19. У чому особливості вегетативної іннервації потових залоз? Як впливає атропін на їх функції?

20. Чим відрізняються будови АНС і соматичної нервової системи?

21. Де розміщуються центри АНС?

22. Фізіологічна характеристика волокон АНС.

23. Які є рецептори до АХ і де вони знаходяться?

24. Як підрозділяються рецептори до НА?

25. Чим відрізняється реакція еферентів при взаємодії НА з  $\alpha$ - або  $\beta$ -адренорецепторами?

26. Як класифікуються рефлекси АНС?

27. Які вегетативні рефлекси здійснює стовбур мозку?

28. Який вплив чинять симпатичний і парасимпатичний відділи на окремі органи?

29. Як змінюється чутливість органа після порушення іннервації?

30. Який вплив чинять структури переднього гіпоталамуса на регуляцію функцій?

31. Який вплив чинять структури заднього гіпоталамуса на регуляцію функцій?

32. Який вплив серединних ядер гіпоталамуса на функції організму?

*Гуморальна регуляція фізіологічних функцій:*

1. Які біологічно активні речовини здійснюють гуморальну регуляцію?

2. Що таке гормони, які їх загальні властивості?

3. Які функції виконують гормони?

4. Яка хімічна природа гормонів?

5. Чи впливає хімічна природа гормону на характер його взаємодії з клітинами-мішенями?

6. Механізм дії гормонів стероїдної природи на клітини-мішені.

7. Як на клітини-мішені впливають гормони пептидної природи?

8. Як регулюється синтез гормонів?

9. Функції нейрогіпофіза.

10. На які клітини-мішені впливають АДГ і окситоцин?

11. Що таке аденогіпофіз і як регулюється вивільнення його гормонів?

12. Які гормони є в гіпоталамусі?

13. Як гормони гіпоталамо-гіпофізарної системи регулюють функції периферичних залоз?

14. Які фізіологічні ефекти має гормон росту?

15. Гормони кори надниркових залоз.

16. Який вплив чинять глюкокортикоїди?

17. Який вплив чинить альдостерон на нирки?

18. Як регулюється утворення мінералокортикоїдів?

19. Де виробляються статеві гормони?

20. Який вплив мають статеві гормони на тканини?

21. Які гормони утворюються в щитоподібній залозі, як здійснюється регуляція їх синтезу і секреції?

22. Які функції регулюють йодовмісні тиреоїдні гормони?

23. Які гормони утворюються в епіфізі, як регулюється їхня секреція?

24. У яких клітинах підшлункової залози утворюються гормони, що регулюють вуглеводний обмін?

25. Які метаболічні ефекти чинить інсулін?

26. Як регулюється утворення інсуліну?

27. Які ефекти чинять глюкагон і соматостатин?

28. Що таке симпатoadреналова система і як регулюється секреція катехоламінів?

29. Які фізіологічні й метаболічні ефекти мають катехоламіни?

30. Які гормони беруть участь у регуляції кальцієвого гомеостазу в організмі людини?

31. Які функції виконує кальцій у клітинах?

32. Які фізіологічні ефекти чинять паратгормон і кальцитонін?

### *Перелік практичних навичок*

#### *для підготовки студентів до підсумкового модульного контролю № 1*

1. Розраховувати й оцінювати величину МПС, амплітуду МПД нервових і м'язових волокон.

2. Малювати схеми графіків мембранних потенціалів збудливих тканин.

3. Визначати і розраховувати поріг деполяризації, швидкість проведення збудження цими структурами.

4. Розраховувати і графічно зображувати типи скорочення м'язів залежно від частоти їх подразнення.

5. Пояснювати механізми скорочення і розслаблення м'язів, нервово-м'язової передачі збудження і вплив різних факторів на ці процеси.

6. Пояснювати методику динамометрії та міографії, аналізувати й оцінювати результати.

7. Графічно зображувати схеми контурів біологічної регуляції.

8. Графічно зображувати схеми рефлексорних дуг рухових рефлексів на всіх рівнях ЦНС і пояснювати методики дослідження цих ефектів.

9. Графічно зображувати схеми розвитку процесів збудження і гальмування в ЦНС.

10. Графічно зображувати схеми процесів сумації в ЦНС.

11. Пояснювати механізми системної діяльності організму при здійсненні локомоції та роль кори головного мозку й лімбічної системи в цих процесах.

12. Пояснювати методи дослідження функцій ЦНС.

13. Аналізувати й оцінювати результати електроенцефалографії.

14. Графічно зображувати схеми контурів вегетативної регуляції функцій організму.

15. Малювати схеми рефлексорних дуг автономних рефлексів і пояснювати методики їх дослідження.

16. Графічно зображувати схеми контурів гормональної регуляції функцій організму.

17. Малювати схеми контурів секреції гормонів ендокринними залозами і пояснювати механізми дії різних гормонів на клітини-мішені.

18. Малювати схеми контурів регуляції параметрів гомеостазу за участі гормонів.

19. Складати схеми контурів регуляції адаптаційних процесів за участі гормонів.

## Розділ II

# ФІЗІОЛОГІЯ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ: КРОВІ, КРОВООБІГУ, ДИХАННЯ

---

## Глава 7. СИСТЕМА КРОВІ

### Конкретні цілі:

1. Знати склад і функції системи крові, механізми її регуляції на основі аналізу параметрів гомеостазу (об'єму крові, кислотно-лужної рівноваги (КЛР), осмотичного тиску, кількісного й якісного складу плазми і формених елементів крові).

2. Знати фізіологічні закономірності функцій системи крові: дихальної, транспортної, захисної.

3. Знати фізіологічні закономірності функцій підтримки рідкого стану крові та розвитку гомеостазу за умов ушкодження кровоносних судин.

4. Робити висновки про стан функцій організму, які здійснюються за участі системи крові, на підставі кількісних і якісних показників крові: показника гематокриту (Ht), кількості Ер, рівня гемоглобіну (Hb), лейкоцитів (Л), тромбоцитів (Тр), лейкоцитарної формули, кольорового показника (КП), швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ), часу згортання крові, тривалості кровотечі.

5. Аналізувати вікові зміни складу крові, функцій і механізмів регуляції.

6. Пояснювати фізіологічні основи методів дослідження функцій системи крові: кількості формених елементів крові, Hb, ШОЕ, осмотичної резистентності Ер, тривалості кровотечі, часу згортання крові, визначення групи крові в системі АВ0 і СdЕ.

### 7.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КРОВІ. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙ І ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОВІ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання складу крові та механізму підтримки її основних констант необхідне для розуміння ролі крові як внутрішнього середовища організму, що забезпечує життєдіяльність організму і роботу багатьох його функціональних систем.

#### Мета заняття. Знати:

1. Властивості та функції крові.

2. Основні клінічно важливі константи крові та механізми їх підтримки.

#### Питання до усного і тестового контролю:

1. Поняття системи крові як основного компонента внутрішнього середовища організму.

2. Функції крові, її кількість у людини.

3. Склад крові. Основні фізіологічні константи крові та механізми підтримки їх сталості.

4. Плазма і сироватка крові, їх склад.

5. Об'ємні співвідношення плазми і формених елементів крові. Показник гематокриту.

6. Білки плазми, їх склад і характеристика, функціональне значення, онкотичний тиск, його роль.

7. Електролітний склад плазми крові, його значення. Осмотичний тиск крові, його роль, регуляція сталості осмотичного тиску.

8. Кислотно-лужна рівновага крові, механізми регуляції її постійності, роль буферних систем у регуляції її сталості.

9. Види зміни КЛР крові (ацидоз, алкалоз), їх класифікація за походженням і механізмом розвитку.

10. Залишковий азот крові, його величина; речовини, складові залишкового азоту.

11. Вікові особливості складу і фізико-хімічних властивостей крові у людей різного віку.

#### Питання до письмової відповіді:

1. Перелічіть функції крові.

2. Опишіть склад крові.

3. Опишіть, які з констант крові є жорсткими, а які динамічними. Їх значення.

4. Опишіть, які механізми забезпечують збереження сталості жорстких констант.

5. Опишіть, які механізми забезпечують відносну постійність динамічних констант.

6. Напишіть, що таке показник Ht, яка його величина у чоловіків і жінок.

7. У чому різниця між плазмою і сироваткою крові?

8. Перелічіть функції білків плазми.

9. Опишіть склад і роль буферних систем в регуляції постійності КЛР крові.

10. Перелічіть функції електролітів плазми (макро- і мікроелементів), їх кількість у крові.

#### Програма практичної роботи на занятті:

1. Вивчення техніки:

а) взяття крові у людини для аналізу;

б) приготування мазка крові та вивчення його під мікроскопом.

2. Визначення об'ємного співвідношення плазми і формених елементів.

3. Визначення наявності та кількості білка в плазмі крові.

4. Дослідження буферних властивостей сироватки крові за Фріденталем.

### **Методика отримання крові для аналізу в людині**

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, ефір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Для отримання невеликих кількостей крові у людини необхідно зробити прокол шкіри. Кров беруть вранці, натщесерце, виключивши емоції та фізичні навантаження. Руку пацієнта (ліву у правши) розмішують на столі та фіксують у положенні долонею вгору. Шкіру третьої нігтьової фаланги (подошечки) IV пальця протирають бавовняним тампоном, змоченим дезінфікуючим розчином. Палець після обробки повинен обсохнути, інакше крапля крові, що виступила після уколу, розтікатиметься по шкірі й набиратиметься в капіляр з бульбашками повітря. Одноразовим скарифікатором виконують прокол завглибшки 2–3 мм у такому місці подошечки, аби було зручно маніпулювати краплею. Кров повинна виступати на поверхню вільно, без натискання. Натискання призводить до змішування крові з тканинною рідиною і лімфою, через що результати аналізу виявляться недостовірними. Першу краплю крові, що виступила, знімають бавовняним тампоном, оскільки вона містить випадкові домішки і лімфу. Для дослідження беруть другу або третю краплю. Місце проколу на пальці змащують спиртом і затискають ватним тампоном.

### **Методика визначення об'ємного співвідношення формених елементів і плазми (гематокрит)**

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, ефір, 4%-й розчин цитрату натрію, центрифуга, скляні градуйовані капіляри.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Кров для дослідження отримують вищеописаним способом. Отриману кров набирають без бульбашок повітря в скляний градуйований капіляр з поділками від 0 до 100, який заздалегідь оброблений 4%-м розчином цитрату натрію або гепарином. Капіляр укріплюють у насадці центрифуги і центрифугують зі швидкістю 7000 об/хв протягом 1 хв (або зі швидкістю 1000–1500 об/хв протягом 10–15 хв). При цьому під дією відцентрової сили формені елементи зміщуються в периферичну частину капіляра, а плазма залишається в середній його частині. За поділками капіляра обчислюють співвідношення між об'ємами плазми і формених елементів, яке виражають у відсотках або в одиницях системи СІ (л/л).

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати необхідно виразити процентним співвідношенням плазми та формених елементів і порівняти із загальноприйнятими нормальними значеннями. У дорослих це співвідношення дорівнює 42–44 % у жінок, 44–48 % — у чоловіків, 35–40 % — у дітей і 50–55 % — у новонароджених.

### **Методика визначення наявності та кількості білка в плазмі крові**

*Для роботи необхідні:* плазма крові, 4%-й розчин цитрату натрію, рефрактометр, дистильована вода, таблиця Рейса.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Плазму для дослідження отримують вищеописаним способом. Для визначення наявності білка 1–2 мл отриманої плазми набирають в пробірку, заздалегідь оброблену 4%-м розчином цитрату натрію або гепарином. Вміст пробірки нагрівають. Плазма переходить в желеподібний стан і набуває вигляду білка білого кольору, що зсівся. Для визначення кількості білка в плазмі беруть одну краплю плазми і вміщують між призми рефрактометра, який заздалегідь налаштований на робоче положення за водою (коефіцієнт заломлення дистильованої води становить 1,333). Визначають коефіцієнт заломлення досліджуваної рідини. Потім за таблицею Рейса знаходять вміст білка у відсотках або за системою СІ (в г/л).

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати необхідно виразити за процентним вмістом білка або за системою СІ. У дорослих цей показник становить 65–85 г/л.

### **Методика дослідження буферних властивостей сироватки крові за Фріденталем**

*Для роботи необхідні:* зразки сироватки крові, розведені в 10 разів; дистильована вода; 0,1 Н розчин НСІ; 0,01 Н розчин КОН; індикатори — фенолфталеїн, метилоранж; 4 мірних стаканчики; 4 бюретки; 2 піпетки об'ємом 10 мл.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Для вивчення буферних властивостей крові беруть два мірні стаканчики і заповнюють їх з бюреток: в один — 5 мл сироватки крові, в другий — 5 мл води. Аби зробити реакцію кислою, додають в обидва стаканчики по краплі метилоранжу і титрують (рахуючи краплі) 0,1 Н розчином НСІ до появи при збовтуванні яскраво-червоного забарвлення. Титрування необхідно починати з води, яка не має буферних властивостей. Для простоти відлік титрування ведуть у краплях. Записують, у скільки разів більше крапель кислоти знадобиться на титрування сироватки, ніж води, аби в обох стаканчиках дістати однаковий яскраво-червоний колір. Потім беруть наступні два мірні стаканчики і знову наливають в один 5 мл сироватки крові, а в другий — 5 мл води. Аби зробити реакцію лужною, додають в кожен стаканчик по краплях фенолфталеїну і, рахуючи краплі, титрують 0,01 Н розчином КОН протягом 1 хв до появи слабкого фіолетового забарвлення (для точнішого порівняння необхідно поставити обидва стаканчики поруч на білий папір). Рахують краплі розчину лугу (ідкого натру) під час титрування води і сироватки. Встановлюють, у скільки разів більше КОН знадобилося на титрування сироватки, ніж води.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Отримані результати необхідно записати і порівняти дані, отримані під час титрування сироватки кислотою і лугом. Відзначити, у скільки разів буферна здатність сироватки нейтралізувати кислоту відрізняється від її здатності нейтралізувати луг. В умовах норми для того, щоб зробити реакцію сироватки лужною (за фенолфталеїном), до неї

необхідно додати у кілька десятків разів (40–70) більше їдкою натру, ніж до дистильованої води. Аби зробити реакцію кислотою (за метилоранжем), до сироватки необхідно додати в кілька сотень разів (300–400) більше соляної кислоти, ніж дистильованої води. Постійність рН крові забезпечується буферними системами і є жорсткою константою крові, яка коливається у вузьких межах і становить 7,36–7,4.

#### **Методика приготування мазка крові та вивчення його під мікроскопом**

Для роботи необхідні: скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, ефір, предметне скло.

Об'єкт дослідження — людина.

**Проведення роботи.** Кров для дослідження отримують вищеописаним способом. Беруть предметне скло (№ 1) за довгі грані, торкаються ним поверхні краплі крові на рівні 0,5–1,0 см від вузького краю скла. Скло кладуть на стіл, беруть в руку друге предметне скло (№ 2) із шліфованим краєм, вужче за перше на 0,5 см. Розміщують шліфоване скло над першим під кутом 45° лівіше від краплі, підводять до краплі і чекають, поки вона не розійдеться по всьому краю грані скла. Потім легко і швидко проводять по скла № 1 склом № 2 справа наліво так, щоб крапля тягнулася поверхнею скла № 1. Крапля крові має бути такого розміру, аби весь мазок уміщався на склі, не доходячи на 1,0–1,5 см до його краю. Не слід припиняти приготування мазка і забирати скло раніше, ніж крапля вичерпається. Далі мазок необхідно висушити повітрям: беруть скло пальцями за довгі грані мазком донизу, махають ним у повітрі до зникнення вологого блиску, фіксують мазок сумішшю Нікіфорова (10 хв), або 96%-м спиртом, або сольовим розчином (10–15 хв). Потім кладуть мазок у лоток, заливають барвником Романовського — Гімзи на 15–20 хв, після чого барвник зливають, промивають мазок дистильованою водою, сушать на повітрі або за допомогою фільтрувального паперу. Мазок готовий до мікроскопування.

**Оцінка результату.** Правильно зроблений мазок має жовтуватий колір і просвічується. Під мікроскопом Ер мазка крові жаби мають ядро овальної форми і великого діаметра, Ер людини — клітини меншого діаметра, в яких відсутнє ядро.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У людини вміст альбуміну в плазмі крові нижчий за норму. Це супроводжується набряком тканини. Яка функція крові порушена?

- А. Підтримка рН
- В. Підтримка температури тіла
- С. Підтримка онкотичного тиску крові
- Д. Підтримка системи згортання крові
- Е. Усі відповіді вірні

2. У альпініста на висоті 5 тис. м ЧСС 120 уд/хв, дихання — 26/хв. Шкіра бліда, рН сечі — 1,5. Де

спостерігатиметься найбільша активність Нб буфера?

- А. Печінка
- В. Серце
- С. Нирки
- Д. Легені
- Е. Тканинні капіляри

3. У пацієнта годину тому було блювання. Де спостерігатиметься найбільша активність Нб буфера?

- А. Серце
- В. Легені
- С. Нирки
- Д. Печінка
- Е. Мозок

4. У пацієнта виявлена норма рН артеріальної крові. Вкажіть межі норми:

- А. 7,25–7,35
- В. 7,35–7,40
- С. 7,40–7,50
- Д. 7,36–7,44
- Е. 7,33–7,52

5. До приймально-діагностичного відділення доставили жінку 38 років із матковою кровотечею. Які зміни з боку крові найбільш можливі?

- А. Еритроцитоз
- В. Лейкоцитоз
- С. Зменшення гематокритного числа
- Д. Лейкопенія
- Е. Збільшення гематокритного числа

6. У обстежуваного пацієнта виявлена норма вмісту загального білка в плазмі крові. Укажіть межі норми:

- А. 65–80 г/л
- В. 2–4 г/л
- С. 20–30 г/л
- Д. 38–50 г/л
- Е. 0,2–0,7 г/л

7. Люди потрапили в корабельну аварію і, страждаючи від спраги, почали пити морську воду. Внаслідок цього спрага посилилася, з'явилися слабкість, галюцинації, втрата свідомості, виникла загроза смерті. Чим це можна пояснити?

- А. Зменшенням онкотичного тиску
- В. Підвищенням онкотичного тиску
- С. Підвищенням АТ
- Д. Підвищенням осмотичного тиску крові
- Е. Зменшенням осмотичного тиску крові

8. В експериментальних умовах тривала перфузія ізольованого серця кішки розчином Рінгера — Локка призводить до набряку міокарда. Порушення якого показника перфузійного розчину зумовлений цей стан?

- А. Ізоонкотичності
- В. Ізоосмотичності
- С. Ізоіонічності
- Д. Ізовольюмії
- Е. КЛР

9. Внаслідок автомобільної катастрофи у жінки виникла гостра втрата крові. Яким є головний фізіологічний механізм підтримки стабільності внутрішнього середовища організму відразу після втрати крові?

- A. Збудження пропріорецептивних скелетних м'язів
- B. Вивільнення крові з кров'яного депо
- C. Гальмування волюморекторів судин
- D. Підвищення активності
- E. Підвищення реабсорбції води

10. Який із наведених варіантів величин осмотичного, онкотичного тиску і рН крові у табл. 7.1 відповідає нормальним значенням?

Таблиця 7.1

Варіант	Осмотичний тиск, атм	Онкотичний тиск, мм рт. ст.	рН
A	7,6	25–30	7,38
B	7,8	25–30	8,35
C	7,6	20–25	7,0
D	7,8	25–30	7,1
E	7,6	25–30	7,2

**Відповіді**

1.C, 2.E, 3.B, 4.D, 5.C, 6.A, 7.D, 8.A, 9.B, 10.A.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. До реанімаційного відділення лікарні надійшла людина з кровотечею. Для термінового відновлення ОЦК їй необхідно перелити плазмозамінний розчин. Який з них, на вашу думку, є найдоцільнішим?

- A. 5,0%-й розчин глюкози
- B. 0,9%-й розчин NaCl
- C. 40%-й розчин глюкози
- D. 0,65%-й розчин NaCl
- E. 1,2%-й розчин KCl

2. У людини після гострої тривалої кровотечі через 3 год, коли кровотеча зупинилася і ОЦК відновили за допомогою 0,9%-го розчину NaCl, визначили кольоровий показник. Яким він буде?

- A. 0,7
- B. 1,3
- C. 1,0
- D. 0,5
- E. 0,6

3. Яка функція не властива електролітам плазми?

- A. Забезпечення осмотичного тиску плазми крові
- B. Участь у підтримці в'язкості крові
- C. Участь у генерації МПД еритроцитів
- D. Підтримка рН крові
- E. Правильні всі відповіді

4. Які фактори не приводять до зміни онкотичного тиску крові?

- A. Тривале голодування
- B. Рясне потовиділення
- C. Збільшення кількості Ер
- D. Збільшення кількості фібриногену
- E. Правильні відповіді C і D

5. Білки плазми крові забезпечують онкотичний тиск, що дорівнює:

- A. 760 мм рт. ст.
- B. 13 мм рт. ст.
- C. 25–30 мм рт. ст.
- D. 102 мм рт. ст.
- E. 120/80 мм рт. ст.

6. До білків плазми крові належать:

- A. Альбуміни, глобуліни, фібриноген
- B. Актин
- C. Міозин
- D. Тропоміозин
- E. Усі вищеперелічені

7. Плазма — це:

- A. Кров без формених елементів і фібриногену
- B. Отримані шляхом центрифугування крові формені елементи
- C. Кров без формених елементів
- D. Рідина, що не містить Ер і протікає в лімфатичних судинах
- E. Рідина, що містить воду і розчинені в ній солі.

8. Сироватка — це:

- A. Кров без формених елементів і фібриногену
- B. Отримані шляхом центрифугування крові формені елементи
- C. Кров без формених елементів
- D. Рідина, що не містить Ер і протікає в лімфатичних судинах
- E. Рідина, що містить воду і розчинені в ній солі.

9. Фізіологічний розчин — це:

- A. Кров без формених елементів і фібриногену
- B. Отримані шляхом центрифугування крові формені елементи
- C. Кров без формених елементів
- D. Рідина, що не містить еритроцитів і протікає в лімфатичних судинах
- E. Рідина, що містить воду і 0,9 % розчинених у ній солей

10. Об'єм крові:

- A. 295–310 мОсм/л
- B. 5–8 % маси тіла, 4–6 л
- C. 25–30 мм рт. ст.
- D. 7,35–7,4
- E.  $(4,5–5) \cdot 10^{12}$  /л

**Відповіді**

1.B, 2.C, 3.C, 4.C, 5.C, 6.A, 7.C, 8.A, 9.E, 10.B.

### Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте, чому дорівнює осмотичний тиск крові, якщо під час її заморожування точка заморожування дорівнює  $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. Розрахуйте, який рівень втрати крові у відсотках, якщо в результаті травми людини втратила 1,5 л крові? Маса тіла людини 75 кг.

3. У кров тварини введено 5 мл 5%-го розчину колоїдного барвника. Через 5 хв із вени було взято кров, концентрація барвника в плазмі якої виявилася 0,02 %. Розрахуйте, який ОЦК в організмі, якщо  $Ht$  дорівнює 45 %?

4. У результаті крововтрати кількість крові у людини знизилася на 20 %. Розрахуйте, чому дорівнює концентрація білка у плазмі за цих умов, якщо як кровозамінник було перелито стільки поліглюкіну, що  $Ht$  становив 30 %. Нормальну кількість крові прийняти за 5 л,  $Ht$  — 42 %.

5. Під час експерименту у тварини 3 л крові були замінені розчином із такими характеристиками: об'єм — 3 л;  $pH$  — 7,35–7,45;  $P_{осм}$  — 6,6–6,7 атм. Поясніть:

1) Як і чому зміниться ОЦК через кілька годин після переливання (зменшиться або збільшиться)?

2) Який параметр гомеостазу не був врахований?

3) Які компенсаторні механізми включаться за умов зміни ОЦК?

6. У людини, що бере участь у марафонському забігу в Долині Смерті (США) при температурі повітря близько  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ , через 1 год перегонів узяли аналіз крові. Поясніть:

1) Які гомеостатичні параметри крові могли змінитися і чому?

2) Які рекомендації можна дати спортсменові до початку змагань?

7. Розгляньте електрофореграму крові. Чи відповідає вона нормальному вмісту білкових фракцій крові? Електрофореграма: альбуміни — 54,4 %; глобуліни — 45,0 %;  $\alpha_1$  — 5,5 %;  $\alpha_2$  — 6,5 %;  $\beta$  — 16,0 %;  $\gamma$  — 12,6 %; фібриноген — 0,5 %.

8. Під час дослідження крові кількість фібриногену становила 0,5 %, загального білка — 8,5 %, мінеральних солей — 1 %. Поясніть, з чим можуть бути пов'язані такі зміни складу крові і чому.

9. Розгляньте нижченаведений аналіз крові, дайте свій висновок: питома вага — 1,030; загальний білок — 7,8 %; цукор — 200 мг%; білірубін — 0,5 мг%; фібриноген — 0,4 г%;  $pH$  — 7,4.

10. Поясніть, як зміниться  $pH$  крові, якщо собаці ввести внутрішньовенно 1 л 5%-го розчину глюкози.

11. Під час аналізу крові двох дітей віком 1,5 і 8 років виявлено, що в одній з них вміст білка у плазмі крові становить 74 г/л, а в другій — 60 г/л. Який показник належить старшій дитині?

12. У новонародженої дитини в крові виявлено 50 мг% глюкози. Зробіть висновок і поясніть його.

13. Чи зміниться осмотичний тиск крові, якщо в плазмі крові новонародженого концентрація  $Na^+$  дорівнює 170 ммоль/л?

14. Під час перфузії судин препарату задніх лапок жаби розчином Рінгера об'єм лапок через деякий час збільшується. Поясніть, в чому причина.

15. Яка загальна кількість крові у дитини віком 11 міс. 15 днів з масою тіла 12 кг?

16. Людині при вживанні морської води загрожує загибель, тимчасом як деякі птахи (альбатроси) здатні пити морську воду. Чим пояснюється така їх здатність?

17. При операціях на серці використовують апарати штучного кровообігу. Поясніть, яке основне ускладнення може виникнути за умов їх застосування.

18. Під час тривалого голодування у людей з'являються так звані голодні набряки. Поясніть, в чому причина цього.

19. Поясніть, чи можна розглядати роботу буферних систем як прояв фізіологічної регуляції.

20. У молодій здоровій жінки під час повторних аналізів крові виявлено 45 % плазми і 55 % формених елементів. Поясніть, у чому причина такого згущення крові, враховуючи, що жінка здорова, але місяць тому перенесла пологи. Дайте необхідні рекомендації.

21. Людина з'їла недоброякісну їжу. Через деякий час у неї виявлено підвищення в'язкості крові. Поясніть цей стан.

22. Розрахуйте кількість крові (у літрах), яку втратила людина в результаті травми, якщо рівень крововтрати у відсотках становить 28,5 %. Маса тіла людини 75 кг.

23. Розрахуйте, чому дорівнює температура замерзання плазми крові, якщо її осмотичний тиск становить 8,4 атм.

24. В'язкість крові дитини дорівнює 14,9 одиниць. Поясніть, в якому віці можуть зустрічатися такі показники в'язкості.

25. Розрахуйте, яким є рівень крововтрати у відсотках, якщо в результаті травми людина втратила 1,6 л крові. Маса тіла людини — 80 кг.

26. Розгляньте електрофореграму крові. Укажіть, чи відповідає вона нормальному вмісту білкових фракцій крові? Електрофореграма: альбуміни — 59,4 %; глобуліни — 35,0 %;  $\alpha_1$  — 4,5 %;  $\alpha_2$  — 6,5 %;  $\beta$  — 10,0 %;  $\alpha$  — 16,6 %; фібриноген — 5 г/л.

27. Під час дослідження крові кількість фібриногену становила 5 г/л, загального білка — 85 г/л, мінеральних солей — 1 %. Поясніть, з чим можуть бути пов'язані такі зміни складу крові і чому.

28. Розгляньте нижченаведений аналіз крові і зробіть свій висновок: питома вага — 1,060; загальний білок — 76 г/л; цукор — 8,7 ммоль/л; білірубін — 0,015 ммоль/л; фібриноген — 4 г/л;  $pH$  — 7,38.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. Осмотичний тиск прямо пропорційний концентрації розчину, як і точка замерзання. Відо-



мо, що температура 0,56 °С відповідає осмотичному тиску 7,6 атм (0,9 % розчин NaCl). Якщо температура замерзання становить 0,4 °С, то осмотичний тиск такої крові 5,5 атм (0,65 % розчин NaCl).

2. До крововтрати в організмі людини крові було 7 % від 75 кг, тобто 5,25 л. Півтора літри дорівнює 28,6 % від цієї величини, отже, це і є рівень крововтрати.

3. Концентрація барвника в крові зменшилася в 250 разів. Отже, плазми було в 250 разів більше, ніж введено барвника, тобто 1250 мл. Оскільки  $H_t$  дорівнює 45 %, то це означає, що 1250 мл плазми становить 55 % усього ОЦК. Звідси легко визначити, що кількість крові в організмі — 2270 мл.

4. Оскільки кількість крові зменшилася з 5 до 4 л, то кількість плазми дорівнювала 2320 мл (56 %). Загальна кількість білка в цій плазмі до введення поліглюкіну дорівнювала 7,5 %, або 17,4 г. Після додавання кровозамінника  $H_t$  показник знизився у 1,4 разу. Отже, на цю ж величину зросла кількість рідкої частини крові. Плазми стало 3240 мл. Якщо в ній розчинено 17,4 г білка, то його концентрація дорівнює 5,35 %, тобто різко знижена.

5. 1) ОЦК зменшиться, причиною чого є переміщення рідини з просвіту судин в інтерстиціальний простір. Це відбувається через різницю онкотичного тиску усередині судини і зовні.

2) Онкотичний тиск — це параметр гомеостазу, який не був врахований при заміщенні крові іншим розчином.

3) При зміні ОЦК (у даному випадку — при зменшенні) як компенсаторні механізми виникне відчуття спраги, збільшиться ЧСС, тонус судин зміниться (підвищення тонуусу приведе до зменшення діаметра), станеться перерозподіл кровотоку, вихід крові з депо, посиляться еритропоез (продукція Ер), зміниться робота нирок (зменшиться).

6. 1) Зміняться гомеостатичні показники крові:  $P_{осм}$ , рН, в'язкість крові, ОЦК. Це пов'язано зі значною втратою рідини і електролітів при інтенсивному фізичному навантаженні (під час марафонського бігу) при високій температурі довкілля.

2) Враховуючи складні кліматичні умови (50 °С) та інтенсивне фізичне навантаження (марафонський біг), можна заздалегідь передбачити виникнення вищеперелічених змін в організмі. Рекомендації: постійне (впродовж усього бігу) пиття спортивних напоїв для компенсації втрати рідини й електролітів.

7. Електрофореграма відповідає нормальному вмісту білкових фракцій крові: альбуміни — 60–65 %; глобуліни — 35–40 %;  $\alpha_1$  — 4–5 %;  $\alpha_2$  — 7–8 %;  $\beta$  — 9–10 %;  $\gamma$  — 14–15 %; фібриноген — 0,5 %.

8. У даному випадку маємо деяке збільшення кількості фібриногену (норма — 0,2–0,4 %) і загального білка (норма — 6–7,5 %) за нормальної концентрації мінеральних солей. Такі зміни можуть бути пов'язані з наявністю запального процесу в організмі.

9. У крові даної людини визначається підвищений вміст цукру (норма — 0,7–1,2 г/л). Решта показників знаходяться в межах норми. Такий аналіз крові може бути після прийому їжі з великою кількістю цукру або при одній з форм діабету.

10. У цьому випадку рН крові не зміниться, оскільки співвідношення кислих і лужних речовин у плазмі залишається тим самим.

11. Старша та дитина, у якої вміст білка 74 г/л. У дітей 3–4 років загальна кількість білків плазми знижена.

12. Вміст глюкози у крові новонародженого відповідає нормі.

13. Нормальна концентрація  $Na^+$  у плазмі крові становить 140–150 ммоль/л. Отже, у даному випадку кров гіпертонічна.

14. Збільшення об'єму лапки пов'язане з виникненням набряку, оскільки розчин Рінгера не містить високомолекулярних сполук і вода з судин вільно надходить до тканин, де онкотичний тиск відносно більший.

15. Кількість крові у дитини до кінця 1 року життя становить близько 10 % маси тіла. У даному випадку — близько 1,2 л.

16. У морських птахів є спеціальний орган — сольова залоза, яка виводить надлишок солей.

17. Внутрішні поверхні апарата штучного кровообігу не вдається зробити ідентичними стінкам судин, тому на стінках апарата відбуваються підвищене руйнування Ер та їх гемоліз.

18. Під час голодування в організм надходить мало білкових речовин, зменшується синтез білків крові, знижується її онкотичний тиск, що і призводить до набряків.

19. Ні. У даному випадку ми маємо справу з реакціями, які визначаються лише хімічними закономірностями.

20. Згущення крові пов'язане з втратою значної кількості рідини. Оскільки жінка здорова, йдеться про фізіологічні втрати. Швидше за все, це годуюча мати, яка повинна скоректувати свій питний режим і вживати додатково більше рідини.

21. Отруєння недоброякісною їжею найчастіше може супроводжуватися блюванням і діареєю, які ведуть до втрати великих кількостей рідини. У результаті в'язкість крові підвищується.

22. До крововтрати в організмі людини було 7 % від 75 кг, тобто 5,25 л крові, 28,6 % від цієї величини дорівнює 1,5 л.

23. Осмотичний тиск крові в нормі становить 7,3 атм, що відповідає температурі замерзання  $-0,54$  °С. Якщо осмотичний тиск досліджуваної плазми крові дорівнює 8,4 атм, то її температура замерзання складатиме  $-0,62$  °С.

24. В'язкість крові дуже висока у дітей перших 3–5 днів життя.

25. До крововтрати в організмі людини було крові 7 % від 80 кг, тобто 5,60 л; 1,6 л становить 28,5 % від цієї величини — це і є рівень крововтрати.

26. Збільшення концентрації фібриногену і фракції  $\alpha$ -глобулінів, ймовірно, пов'язане з на-

явністю запального процесу. Нормальний вміст білкових фракцій такий: альбуміни — 60–65 %; глобуліни — 35–40 %;  $\alpha_1$  — 4–5 %;  $\alpha_2$  — 7–8 %;  $\beta$  — 9–10 %;  $\gamma$  — 14–15 %; фібриноген — 2–4 г/л.

27. Деяке збільшення кількості фібриногену (норма — 1–4 г/л) і загального білка (норма — 60–80 г/л) за нормальної концентрації мінеральних солей, можливо, пов'язане із запальними процесами в організмі.

28. У крові даної людини виявлено підвищений вміст цукру (норма — 3,7–6,5 ммоль/л). Решта показників знаходяться в межах норми. Такий аналіз крові може бути після прийому з їжею великої кількості цукру або при одній із форм діабету.

## 7.2. ФІЗІОЛОГІЯ ЕРИТРОЦИТІВ І ГЕМОГЛОБІНУ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання функцій Ер, Нб та їх осмотичної резистентності необхідне для розуміння ролі крові як внутрішнього середовища організму, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Властивості та функції Ер.
2. Фізіологічні механізми, які лежать в основі методів дослідження кількості та функцій Ер і Нб.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Характеристика Ер: форма, розміри, будова, хімічний склад.
2. Властивості та функції Ер. Поняття про еритроцит.
3. Кількість Ер в крові, статеві та вікові відмінності. Крива Прайс-Джонса, значення її для діагностики.
4. Зміни кількості Ер (фізіологічний еритроцитоз) при різних фізіологічних станах.
5. Осмотична резистентність Ер, її межі по відношенню до гіпотонічних розчинів.
6. Гемоліз Ер, його види. Фактори, які його викликають.
7. Швидкість осідання Ер. Фактори, що впливають на ШОЕ. Її клінічне значення. Статеві відмінності.
8. Методи визначення кількості Ер у крові людини.
9. Еритропоез, механізми його регуляції, роль еритропоетину.
10. Характеристика Нб, його властивості, будова і функції.
11. Види Нб та їх роль в організмі. Особливості Нб плода і новонародженого.
12. Види сполук Нб з газами (фізіологічні та патологічні).
13. Кількість Нб у крові, статеві та вікові відмінності.
14. Критерії насичення Ер гемоглобіном: середня концентрація, кольоровий показник, клінічне значення.
15. Методи визначення кількості Нб у крові людини.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалюйте Ер і вкажіть його розміри.
2. Опишіть властивості та функції Ер, їх роль у регуляції КЛР і осмотичного тиску крові.

3. Опишіть методики підрахунку Ер за допомогою лічильної камери і целоскопів.

4. Намалюйте криву Прайс-Джонса, опишіть її клінічне значення.

5. Намалюйте схему еритропоезу.

6. Опишіть метод визначення меж осмотичної резистентності Ер. Межі осмотичної резистентності Ер по відношенню до гіпотонічних розчинів і клінічне значення їх визначення.

7. Опишіть визначення ШОЕ за методом Панченкова.

8. Намалюйте структуру молекули Нб.

9. Опишіть фізіологічні сполуки Нб з газами, умови їх утворення. Властивості та роль їх в організмі.

10. Опишіть патологічні сполуки Нб з газами, умови їх утворення, наслідки для організму.

11. Опишіть метод визначення кількості Нб в літрі крові за методикою Салі, перелічіть методи визначення кількості Нб. Укажіть нормальний вміст Нб в крові людини в різні вікові періоди

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Визначення кількості Ер в крові за допомогою лічильної камери.
2. Визначення кількості гемоглобіну в крові за методом Салі.
3. Підрахунок КП крові.
4. Аналіз гемограм людини.

### *Методика підрахунку еритроцитів крові в лічильній камері Горяєва*

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, ефір, лічильна камера Горяєва, змішувач (меланжер) для підрахунку Ер, 3%-й розчин NaCl, мікроскоп.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Лічильну камеру розміщують під мікроскопом і розглядають сітку Горяєва спочатку під малим, а потім під великим збільшенням. Накривають камеру покривним склом, притискаючи його краї до скла камери до появи райдужних кілець Ньютона. Залишивши камеру під мікроскопом, проколюють палець за раніше описаним методом. Першу краплю крові, що виступила, з пальця стирають бавовняним тампоном. У другу краплю занурюють кінчик змішувача для Ер, тримають його вертикально і набирають кров до відмітки 0,5, стежачи, аби в капіляр не потрапили бульбашки повітря. Обтирають кінець капіляра фільтрувальним папером і швидко, поки кров не згорнулася, переносять його в чашку з 3%-м розчином NaCl, продовжуючи тримати змішувач вертикально. Набирають розчин до мітки 101 (тобто розводять кров у 200 разів), після чого змішувач переводять у горизонтальне положення і кладуть на стіл.

Для підрахунку еритроцитів беруть заповнений меланжер, затискаючи нижній кінець пальцем, знімають гумову грушу і, затиснувши обидва кінці змішувача середнім і великим пальцями, протягом 1 хв перемішують кров. За цих умов Ер зморщуються і стають помітнішими. Випускають із змішувача на бавовну три краплі, а четверту наносять на середню площину камери з краю покривного скла. Капілярними силами

крапля сама втягується в покривне скло і заповнює камеру. Надлишок розчину крові стікає в жолобок. Якщо на сітку потрапило повітря або на бічних площинах виявився надлишок розчину, камеру слід промити дистильованою водою, висушити і заповнити знову. Заповнену камеру ставлять під мікроскоп і якщо формені елементи розташовані рівномірно (що є показником доброго перемішування крові), розпочинають підрахунок. Рахувати Ер краще під малим об'єктивом ( $\times 8$ ), використовуючи при цьому окуляр  $\times 15$ . Підраховують кількість Ер в п'яти великих квадратах (розділених на 16 маленьких), розташованих діагонально від верхнього лівого квадрата вниз направо. Підрахунок ведуть у межах маленького квадрата рядами (від верхнього до нижнього). Щоб уникнути двократного підрахунку клітин, що лежать на межі між малими квадратами, застосовують правило Єгорова: «До даного квадрата належать Ер, які знаходяться як усередині квадрата, так і на його лівій і верхній межах; Ер, які знаходяться на правій і нижній межах, до даного квадрата не належать». Підраховувавши суму Ер в п'яти великих квадратах (що становить 80 маленьких), знаходять середню арифметичну кількість Ер в одному маленькому квадраті. Знаючи, що об'єм простору камери над одним маленьким квадратом дорівнює  $1/4000 \text{ мм}^3$ , помножують отримане число на 4000. Отримують кількість Ер в  $1 \text{ мм}^3$  розведеної крові. Помноживши її на величину розведення (200), отримують кількість Ер в  $1 \text{ мм}^3$  суцільної крові. Таким чином, формула для обчислення кількості Ер така:  $X = (E \times 4000 \times 200) : 80$ , де  $X$  — шукане число Ер в  $1 \text{ мм}^3$  суцільної крові;  $E$  — сума Ер у 80 маленьких квадратах; 80 — кількість маленьких квадратів, в яких зроблено підрахунок; 200 — розведення крові. Потім отриману кількість Ер записують у перерахунку на 1 л крові, тобто кількість Ер, знайдених в  $1 \text{ мм}^3$ , множать на  $10^{12}$ .

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати, скільки Ер міститься в 1 л досліджуваної крові. Порівняти отримані результати з нормою. У дорослих цей показник становить  $5,0 \cdot 10^{12}$  у чоловіків,  $(3,9-4,5) \cdot 10^{12}$  у жінок,  $(4,0-4,5) \cdot 10^{12}$  у дітей шкільного віку,  $(5,5-7,0) \cdot 10^{12}$  у новонароджених у перші дні життя.

#### **Методика визначення кількості гемоглобіну за методом Салі**

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, ефір, 4%-й розчин цитрату натрію, гемометр Салі, капіляр (з міткою  $20 \text{ мм}^3$ ), скляна паличка і піпетка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Визначення кількості Нб за методом Салі проводять колориметричним способом, що ґрунтується на такому принципі: якщо досліджуваний розчин шляхом розведення довести до забарвлення, однакового зі стандартним розчином, то концентрація розчинених речовин в обох розчинах буде однаковою, а кількості речовин співвідноситимуться, як їх об'єми. Знаючи кількості речовин у стандартному розчині

(16,7 %, що прийнято за 100 % гемоглобіну), легко обчислити його вміст у досліджуваному розчині у відсотних відсотках. Гемометр Салі — це штатив, задня стінка якого зроблена з матового скла. У штатив вставлено три пробірки однакового діаметра, з яких дві крайні зверху запаяні і містять розчин солянокислого гематину, середня — градуйована і відкрита (вона призначена для досліджуваної крові). У середню пробірку гемометра наливають 0,1 Н розчин НСІ до нижньої циркулярної мітки. Потім з пальця вищеписаним способом набирають кров у капіляр до мітки, видаляючи надлишок шляхом накладання фільтрувального паперу до кінчика капіляра. Видувають кров на дно середньої пробірки так, щоб верхній шар соляної кислоти залишався незабарвленим. Не виймаючи піпетки, ополіскують її соляною кислотою з верхнього шару. Після цього вміст пробірки перемішують, ударяючи пальцем по її дну, і залишають стояти 5–10 хв. Цей час необхідний для повного перетворення Нб на солянокислий гематин. Потім до розчину додають краплями дистильовану воду до тих пір, поки колір отриманого розчину не стане однаковим із кольором стандартного (додають воду, розчин перемішують скляною паличкою). Цифра, що стоїть на рівні нижнього меніска отриманого розчину, показує вміст Нб у досліджуваній крові в грам-відсотках. Можна обчислити відносний вміст Нб у досліджуваній крові, наприклад, таким чином. Припустимо, в крові 14 г% Нб, тоді 16,7 г% становить 100 %, а 14,0 г% —  $x$ . Отже,  $x = 83,9 \%$ , що є показником відносного вмісту Нб.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Отримані результати заносять до протоколу дослідження і порівнюють із загальноприйнятими нормальними значеннями Нб.

#### **Методика обчислення кольорового показника крові**

*Для роботи необхідні:* отримані раніше показники рівня Нб і кількості Ер зразка аналізу крові.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Знаючи кількість Ер і рівень Нб в 1 мкл зразка крові, обчислюють КП, використовуючи формулу:  $\text{КП} = \text{рівень Нб (г\%)} \cdot 3$  : перші дві цифри кількості Ер в 1 мкл. Наприклад, якщо рівень Нб 14 г%, Ер — 4 200 000, то  $\text{КП} = 14 \cdot 3 : 42 = 1$ . Якщо рівень Нб розрахований в грамах на літр, то в знаменник формули підставляють три перші цифри кількості Ер в 1 мкл крові.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати розрахований кольоровий показник і порівняти його з нормальною величиною; КП характеризує міру насичення гемоглобіном еритроцитів і в нормі дорівнює 0,86–1,05.

#### **Методика визначення швидкості осідання еритроцитів**

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, 5%-й розчин цитрату натрію, капіляр Панченкова, штатив Панченкова, годинникове скло або пробірка Відаля.

*Об'єкт дослідження* — людина.

**Проведення роботи.** Капіляром з приладу Панченкова, заздалегідь промитого 5%-м цитратом натрію (який перешкоджає згортанню крові, зв'язуючи іони  $\text{Ca}^{2+}$  — IV плазмовий фактор згортання), набирають із флакона розчин лимоннокислого натрію до мітки 50 (Р — реактив) і випускають його на годинникове скло (або на дно пробірки Відаля). Першу краплю крові, що виступила, знімають бавовняним тампоном, оскільки вона містить випадкові домішки і лімфу. У другу краплю занурюють кінчик капіляра Панченкова і, нахилиючи його, набирають (без бульбашок повітря) кров до мітки 0 (К-кров). Отриману кров випускають на годинникове скло (або дно пробірки Відаля), де вже знаходиться розчин цитрату натрію. Одразу ж вдруге набирають з пальця кров до мітки (К) і цю порцію теж випускають на годинникове скло. Швидко і ретельно перемішують кров з 5%-м розчином цитрату натрію на годинниковому склі (співвідношення Р : К = 50 мкл: 200 мкл = 1 : 4), аби не встигли утворитися згустки. Після цього, нахилиючи капіляр, набирають у нього суміш до мітки (К) і, закриваючи пальцем верхній кінець капіляра, аби кров не витекла, упирають нижній кінець капіляра у гумове кільце штатива Панченкова і вставляють верхній кінець у гумове кільце зверху. Відмічають час і рівно за годину спостерігають, що кров розділилася на верхній прозорий шар плазми і нижній червоний шар формених елементів, переважно еритроцитів. Відзначають висоту верхнього прозорого стовпчика плазми в міліметрах.

**Оформлення результатів та їх оцінка.** Записати розрахований показник ШОЕ і порівняти його з нормальною величиною. У нормі ШОЕ у чоловіків — 1–10 мм/год, у жінок 2–15 мм/год, у новонароджених — 1–2 мм/год, у вагітних — 40–50 мм/год.

#### **Методика визначення осмотичної стійкості еритроцитів**

**Для роботи необхідні:** штатив з 18 пробірками, розчини хлориду натрію з концентрацією 0,9, 0,85, 0,8 % і так далі до 0,1%-го розчину), пробірка з дистильованою водою, пробірка з цитратною кров'ю, узятую не пізніше ніж за 3 год до досліду, дві піпетки.

**Об'єкт дослідження** — людина.

**Проведення роботи.** Пробірки послідовно нумерують і ставлять в штатив. Піпеткою наливають в кожну пробірку по 3 мл розчину  $\text{Na}^+$ , кожного разу з меншою концентрацією, а в останню — 3 мл дистильованої води. Потім другою піпеткою в кожну пробірку додають по дві краплі цитратної крові. Через 5 хв перевіряють результати — наявність або відсутність гемолізу.

**Оформлення результатів та їх оцінка.** При повному гемолізі рідина в пробірці прозора і яскраво забарвлена. При частковому гемолізі розчин забарвлений слабкіше, в нижній частині пробірки рідина каламутна. За відсутності гемолізу рідина забарвлена слабо, каламутна, за винятком верхнього обідка. На підставі цього визна-

чають (у процентній концентрації хлориду натрію) мінімальну стійкість Ер за появою ознак гемолізу і максимальну — за виникненням повного гемолізу. У нормі коливання стійкості Ер лежать у межах 0,48–0,44 % (мінімум) і 0,34–0,32 % (максимум).

#### **Методика визначення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті**

**Для роботи необхідні:** отримані раніше показники рівня Нб і кількості Ер зразка аналізу крові.  
**Об'єкт дослідження** — людина.

**Проведення роботи.** Знаючи кількість Ер в 1 л і рівні Нб в грамах на літр зразка крові, обчислюють середній вміст Нб в Ер (СГЕ), використовуючи формулу: СГЕ = рівень Нб (г/л) : кількість мільйонів Ер в 1 л. Наприклад, якщо рівень Нб 12 г% (120 г/л), Ер — 4 000 000, то СГЕ = 120 : 4 = 30 пг.

**Оформлення результатів та їх оцінка.** Записати розрахований показник середнього вмісту Нб і виразити його в пікограмах. Порівняти з нормальною величиною. У нормі СГЕ дорівнює 26–36 пг (нормохромні Ер). Зниження або підвищення цього показника властиве різним типам анемії.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

- Негативний заряд Ер зумовлений:
  - Білками Ер мембран
  - Сіаловою кислотою Ер мембран
  - Спектрином і анкерином
  - Натрій-калій залежною АТФазою
  - Карбоангідразою
- Перераховані фактори зумовлюють величину ШОЕ, за винятком:
  - Кількості лейкоцитів
  - Кількості альбуміну
  - Кількості глобулінів
  - Кількості фібриногену
  - Кількості Ер
- Як оцінити зрушення кривої Прайс-Джонса вліво?
  - Сфероцитоз
  - Макроцитоз
  - Мікроцитоз
  - Пойкілоцитоз
  - Анізоцитоз
- Кількість Ер у новонародженого близько:
  - 4,0 Т/л
  - 5,0 Т/л
  - 3,7 Т/л
  - 4,5 Т/л
  - 5,9 Т/л
- Вкажіть стани організму, що характеризуються виходом Ер з депо, за винятком таких:
  - Сон
  - Біль
  - Фізичне навантаження
  - Гіпоксія
  - Кровотрата

6. Мінімальний гемоліз Ер відбувається в розчині NaCl:

- A. 0,52–0,48 %
- B. 0,46–0,42 %
- C. 0,40–0,36 %
- D. 0,34–0,32 %
- E. 0,30–0,28 %

7. Максимальний гемоліз Ер відбувається в розчині NaCl:

- A. 0,52–0,48 %
- B. 0,46–0,42 %
- C. 0,40–0,36 %
- D. 0,34–0,32 %
- E. 0,30–0,28 %

8. ШОЕ є мірою такої фізико-хімічної властивості крові:

- A. Стійкості колоїдного розчину
- B. Суспензійних властивостей крові
- C. Об'єму клітинної частини крові
- D. В'язкості крові
- E. Об'єму плазми крові

9. Ер виконують функції, за винятком:

- A. Еритропоетичної
- B. Імунологічної
- C. Гомеостатичної
- D. Гемостатичної
- E. Трофічної

10. За умов хронічного експерименту у тварини перетиснули ниркову артерію. За 3 дні визначили вміст Ер в її крові. Як можна оцінити отриманий результат?

- A. Нормальний вміст еритроцитів
- B. Відносний еритроцитоз
- C. Абсолютний еритроцитоз
- D. Абсолютна еритропенія
- E. Відносна еритропенія

### **Відповіді**

1.B, 2.A, 3.C, 4.E, 5.A, 6.B, 7.D, 8.B, 9.E, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. У кролика щодня для дослідження брали 15 мл крові. Через 10 днів після взяття крові визначили вміст Ер і Нв. Як можна оцінити кількість Ер і Нв у крові тварини?

- A. Кількість Ер збільшена, Нв збільшена
- B. Кількість Ер збільшена, Нв не змінилася
- C. Кількість Ер не змінилася, Нв не змінилася
- D. Кількість Ер зменшена, Нв зменшена
- E. Кількість Ер зменшена, Нв не змінилася

2. У спортсмена-альпініста перед тренувальними зборами в горах у крові містилося 4,5 Т/л Ер. Як зміниться кількість Ер через 2 тиж. перебування на висоті 2000 м над рівнем моря?

- A. Фізіологічна форма
- B. Абсолютний еритроцитоз

- C. Відносний еритроцитоз
- D. Абсолютна еритропенія
- E. Відносна еритропенія

3. Людина з протезом клапана аорти надійшла до клініки для додаткового обстеження у зв'язку з ознаками гемолітичної анемії. Який вид гемолізу наявний за цих умов?

- A. Імунний
- B. Осмотичний
- C. Механічний
- D. Термічний
- E. Біологічний

4. Секреція еритропоетинів зумовлена:

- A. Концентрацією андрогенів у крові
- B. Концентрацією катехоламінів у крові
- C. Рівнем оксигенації нирок
- D. Концентрацією естрогену в крові
- E. Концентрацією глюкокортикоїдів у крові

5. Як оцінити зрушення кривої Прайс-Джонса вправо?

- A. Сфероцитоз
- B. Макроцитоз
- C. Мікроцитоз
- D. Пойкілоцитоз
- E. Анізоцитоз

6. Яку фізіологічну властивість забезпечує форма Ер у вигляді двовігнутого диску?

- A. Осмотичну стійкість
- B. Пластичність мембрани
- C. Антигенну диференціацію крові
- D. Полегшення дифузії газів через мембрану
- E. Транспорт глюкози і гепарину.

7. У пацієнта кількість Ер становить 5,7 млн в 1 мм<sup>3</sup>. Що можна передбачити, виходячи з цього результату, якщо відомо, що він здоровий?

- A. Пацієнт — дорослий чоловік
- B. Пацієнт — шахтар
- C. Пацієнт — житель високогір'я
- D. Пацієнт — вагітна жінка
- E. Пацієнт — доросла жінка

8. Який фактор сприяє внутрішньосудинному гемолізу Ер?

- A. Збільшення ліпідів у крові
- B. Уповільнення кровотечі
- C. «Молодий» вік Ер
- D. Збільшення ліпідів у плазмі
- E. Старіння Ер

9. У чоловіка, який знаходиться в стаціонарі, аналіз крові виявив великий вміст Ер, що мають ядро. Який стан може спричинити появу великої кількості ядерних Ер?

- A. Холера
- B. Опік
- C. Дизентерія
- D. Гостра крововтрата
- E. Гіперхромна гарячка

10. У людини кількість Ер зменшилася до 2 млн/мл, що супроводжується задишкою, неприємністю, шумом у вухах. Найімовірніша причина?

- A. Гіпоксія
- B. Порушення дихальної функції крові
- C. Зменшення кількості Hb
- D. Недостатня киснева ємність
- E. Усі відповіді правильні.

### Відповіді

1.A, 2.B, 3.C, 4.C, 5.B, 6.D, 7.C, 8.E, 9.D, 10.E.

### Ситуаційні завдання

1. Під час підрахунку клітин у 5 великих квадратах камери Горяєва виявилось 580 Ер. Розрахуйте, скільки їх міститься в 1 л крові, якщо кров набиралася у змішувач до мітки 0,5?

2. У 1 мм<sup>3</sup> крові міститься 6 млн Ер. Розрахуйте, скільки усього їх у циркулюючій крові, якщо 20 % усієї крові знаходиться в депо? Масу тіла прийняти за 80 кг.

3. Під час виміру діаметра Ер артеріальної та венозної крові виявилось, що він неоднаковий. Чи нормальне це явище? Чи можете ви вказати, які Ер узяті з артерії, які — з вени?

4. У тварини під час проведення експерименту сталася зміна генів, що призвела до порушення структури Hb. При цьому з'явилися ознаки гіпоксії — збільшення ЧСС і частоти дихання (ЧД). За даними аналізу крові відмічено зниження вмісту Hb в Ер. Через 2 тиж. у крові відмічено збільшення кількості Ер, нормалізувалися ЧСС і ЧД (ознаки гіпоксії поступово зникли). Поясніть:

1) Порушення якої функції крові сталося в експерименті, чим це було викликано?

2) Які компенсаторні реакції привели до зниження проявів гіпоксії в організмі, у чому вони проявилися?

3) Які показники крові залежать від рівня вмісту Hb?

5. При додаванні в розчин кухонної солі Ер набули кулястого вигляду. Яка приблизна концентрація солі у цьому розчині? Як називається цей процес?

6. Кількість Ер в 1 л крові  $5,5 \cdot 10^{12}$ , а концентрація Hb — 140 г/л. Розрахуйте КП. Укажіть, чи відрізняється він від норми.

7. КП дорівнює 0,9, концентрація Hb — 105 г/л. Розрахуйте, скільки Ер міститься в 1 л даного зразка крові.

8. Розрахуйте кисневу ємність крові у людини з масою тіла 70 кг, якщо концентрація Hb 150 г/л, КП дорівнює 1,0, а кількість крові — 4,5 л.

9. Розрахуйте рівень Hb в крові, якщо кількість Ер дорівнює 5 млн в 1 мм<sup>3</sup>, КП = 1, а кількість крові — 4,5 л.

10. Розрахуйте, як зміняться осмотична і кислотна стійкість Ер, якщо кількість ретикулоцитів у крові зростає втричі.

11. Кількість Ер у людини протягом років становила близько  $4,8 \cdot 10^{12}$  /л. Після переселення її

сім'ї на нове місце кількість Ер в крові зросла до  $6,5 \cdot 10^{12}$  /л. Поясніть, до якої місцевості переїхала людина і скільки часу вона там живе. На якій висоті над рівнем моря знаходиться її житло?

12. Поясніть, чим відрізняється реакція еритроциту на гіпоксію в нефректомованих тварин від реакції нормальних собак.

13. Людина знайдена мертвою в своїй квартирі. При огляді місця події виявлено, що в кімнаті щільно зачинені вікна, в пічці ще тепле вугілля, у зв'язку з цим виникли підозри щодо отруєння чадним газом. Поясніть, чи можна з допомогою простого спектрального аналізу крові підтвердити або спростувати це припущення.

14. Поясніть, чи може лікар надавати медичну допомогу потерпілому від отруєння чадним газом у тому самому приміщенні.

15. У студента, що вживав під час сесії для покращання працездатності фенацетин, з'явилися всі ознаки кисневої недостатності. Проте клінічний аналіз крові показав, що кількість Ер і Hb знаходиться в межах норми, серце працює нормально, а кількість кисню в повітрі достатня. Про яку причину можна думати і який аналіз крові може допомогти у встановленні причини появи таких симптомів, якщо відомо, що фенацетин — сильний окисник?

16. Сталася вбивство. У квартирі підозрюваного на підлозі виявлені темно-червоні плями. Як довести, що це кров, а не фарба?

17. Перед нами два аналізи крові. Обчисліть КП в обох зразках і зробіть висновок:

1) Ер  $4,5 \cdot 10^{12}$  /л, Hb 148 г/л,

2) Ер  $2,7 \cdot 10^{12}$  /л, Hb 70,4 г/л.

18. Реципієнт отримав 1 л нормальної донорської крові. Розрахуйте, наскільки зросла киснева ємність його крові.

19. Вміст Hb в крові відповідає нормі. Маса тіла 80 кг. Розрахуйте, яка кількість кисню може бути зв'язана кров'ю.

20. Концентрація Hb 160 г/л, кількість еритроцитів —  $2,5 \cdot 10^{12}$  /л. Підрахуйте КП і дайте оцінку всім показникам.

21. Поясніть, яка кров — артеріальна або венозна — темніша і чому. Вкажіть нормальний рівень гемоглобіну в крові та охарактеризуйте функції фізіологічних сполук гемоглобіну.

22. У крові тварини виявлений еритроцитоз як результат стенозу ниркової артерії. Поясніть, чим зумовлені зміни концентрації еритроцитів.

23. Обчисліть вміст Hb в одному Ер, якщо концентрація Hb 133 г/л, а Ер —  $4 \cdot 10^{12}$  /л.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. У великих квадратах містяться 80 маленьких, об'єм кожного з них  $1/4000$  мм<sup>3</sup>. Кров для підрахунку Ер розведена в 100 разів (мітка 0,5). Отже, в 1 мм<sup>3</sup> крові міститься  $(580 \cdot 4000 \cdot 200) : 80 = 5\,880\,000$  Ер, а в 1 л крові —  $5,88 \cdot 10^{12}$ .

2. Якщо прийняти, що в організмі 7 % маси тіла припадає на кров, то у людини з масою тіла 69 кг її об'єм становить 5,6 л. В умовах задачі сказано, що циркулює 80 %, тобто 4,5 л. Якщо

в 1 л крові  $6 \cdot 10^{12}$  Ер, то в циркулюючій крові даної людини їх  $27 \cdot 10^{12}$ .

3. Ер венозної крові більші, оскільки в процесі газообміну усередині них виявляється відносно більше солей, услід за якими за законами осмосу надходить в клітину вода.

4. 1) В експерименті було відмічено порушення транспортної (дихальної) функції крові, а саме: порушення транспорту кисню до органів і тканин організму. Це було викликано зниженням вмісту Нб в Ер крові.

2) За умов гіпоксії як компенсаторної реакції у тварини було відмічено збільшення ЧСС і зростання ЧД.

3) Від рівня вмісту Нб в крові залежатиме киснева ємність крові, також необхідно пам'ятати про буферну функцію Нб — участь у регуляції рН крові.

5. Концентрація солей менше 0,9 %, але більше 0,5 %. Наявна сферуляція Ер.

6.  $KП = 140 \cdot 3 : 550 = 0,76$ . Показник нижчий за норму, в нормі він дорівнює 0,85–1,05.

7. Підставивши цифри, вказані в завданні, у формулу для визначення КП, дістаємо, що у даному зразку міститься  $3,5 \cdot 10^{12}$  /л крові. Недокрів'я.

8. Кількість крові у даної людини 4,9 л, Нб в ній — 735 г. Враховуючи, що 1 г Нб може зв'язати 1,34 мл кисню, загальна киснева ємність крові (КЄК) — близько 1000 мл, а киснева ємність 100 мл крові (питома киснева ємність) дорівнює 20,4 мл.

9. За даних умов вміст Нб у крові (виходячи з формули для визначення КП) дорівнює 16,6 г%. У 4,5 л крові за такої концентрації його міститься 750 г.

10. Збільшення кількості ретикулоцитів у периферичній крові є ознакою омолодження її клітинного складу. Молоді Ер стійкіші до гемолітичних дій. Отже, в даному випадку станеться зрушення кислотної стійкості управо, а осмотичної — у бік більш гіпотонічних розчинів.

11. Людина переїхала в гори. Оскільки підйом на кожні 1000 м над рівнем моря викликає збільшення кількості Ер на 700 000 в  $1 \text{ мм}^3$ , то людина піднялася на 2,5 км.

12. Реакція еритрону на гіпоксію в нефректомованих тварин буде менш вираженою, оскільки стимулятор еритропоезу — еритропоетин — виробляється нирками.

13. Можна. Необхідно до проби крові додати який-небудь відновник. Якщо в досліджуваній крові знаходиться  $\text{HbO}_2$ , то він перейде у відновлену форму Нб і спектр поглинання зміниться — замість двох смуг поглинання в жовто-зеленій частині спектра з'явиться одна широка. Якщо спектр не зміниться, це означає, що в крові знаходиться карбоксигемоглобін, отже, людина отруїлася чадним газом.

14. Можна, але необхідно добре провітрити приміщення, відкривши всі вікна і двері. Якщо є можливість — краще винести потерпілого з отруєного приміщення.

15. Прийом фенацетину, що є сильним окисником, може викликати утворення в крові стійкої

сполуки —  $\text{MetHb}$ , що призводить до кисневого голодування. Допомогти в підтвердженні передбачуваного діагнозу може спектральний аналіз крові.  $\text{MetHb}$  має додаткову смугу поглинання в червоній частині спектра.

16. Довести, що плями на підлозі залишені кров'ю, допоможе спектроскопія: змивання або виявлення кристалів солянокислого геміну в зскрібку (реакція Тейхмана).

17. В обох випадках КП однаковий і відповідає нормі. Гематологічні ж показники другого зразка свідчать про наявність крововтрати (нормохромна анемія).

18. Приблизно на 200 мл.

19. Близько 1000 мл.

20. Гіперхромна анемія, КП більше 1.

21. Венозна кров темніша, оскільки відновлений Нб має темно-коричневий колір. Артеріальна кров яскраво-червона через яскраво-червоний колір  $\text{HbO}_2$ .

22. Підвищенням виділенням еритропоетину з гіпоксичної нирки.

23. Вміст Нб в одному Ер — 33,25 мк/мкг.

### 7.3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРОВІ. ФУНКЦІ ЛЕЙКОЦИТІВ. ПОНЯТТЯ ПРО ІМУНІТЕТ І ЙОГО ВИДИ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання захисних властивостей крові, функцій Л необхідне для розуміння механізмів імунологічних реакцій в умовах довкілля, що змінюються, забезпечують нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Властивості та функції Л.
2. Фізіологічні механізми, які лежать в основі методів дослідження кількості і функцій Л.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Лейкоцити, їх види, будова.
2. Функції різних видів Л.
3. Кількість Л у крові, її зміни за умов різних фізіологічних станів організму.
4. Лейкоцитоз, види. Відмінності фізіологічного лейкоцитозу від патологічного. Лейкопенія.
5. Лейкоцитарна формула, її можливі зміни.
6. Лейкопоез, регуляція кількості Л у крові.
7. Імунітет, його види і значення.
8. Неспецифічний імунітет, його механізми.
9. Роль тимуса, лімфатичних вузлів і селезінки у забезпеченні неспецифічного та специфічного імунітету.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалуйте будову різних видів Л.
2. Опишіть структурні та функціональні відмінності різних видів Л.
3. Опишіть, що таке лейкоцитоз і лейкопенія.
4. Опишіть відмінності між фізіологічним і патологічним лейкоцитозом.

5. Опишіть види імунітету і вкажіть роль окремих форм Л у імунітеті.

6. Опишіть механізми специфічного і неспецифічного імунітету.

7. Опишіть вікові зміни імунітету.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Визначити кількість Л в 1 л крові за допомогою лічильної камери.

2. Підрахувати лейкоцитарну формулу в мазку крові та зробити висновок.

**Методика підрахунку лейкоцитів крові у лічильній камері Горяєва**

Для роботи необхідні: скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, ефір, лічильна камера Горяєва, змішувач (меланжер) для підрахунку Л, 5%-й розчин оцтової кислоти, забарвлений метиленовим синім, мікроскоп.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Лічильну камеру вміщують під мікроскоп і розглядають сітку Горяєва спочатку під малим, а потім під великим збільшенням. Накривають камеру покривним склом, прикладаючи його краї до скла камери до появи райдужних кілець Ньютона. Залишивши камеру під мікроскопом, проколюють палець раніше описаним методом. Першу краплю крові, що виступила, стирають з пальця бавовняним тампоном. У другу краплю занурюють кінчик змішувача, тримаючи його вертикально, і набирають кров до відмітки 1, стежачи, аби в капіляр не потрапили бульбашки повітря. Обтирають кінець капіляра фільтрувальним папером і швидко, поки кров не згорнулася, переносять його в чашку з 5%-м розчином оцтової кислоти, продовжуючи тримати змішувач вертикально. Набирають розчин до мітки 11 (тобто розводять кров у 10 разів), після чого змішувач переводять в горизонтальне положення і кладуть на стіл. Для підрахунку Л беруть заповнений меланжер, затискаючи нижній кінець пальцем, знімають гумову грушу і, затиснувши обидва кінця змішувача середнім і великим пальцями, протягом 1 хв перемішують кров. При цьому Ер руйнуються і в полі зору залишаються лише Л, точніше, їх ядра. Оскільки оцтова кислота забарвлена метиленовим синім, ядра Л стають чіткіше помітними. Випускають зі змішувача на бавовну три краплі, а четверту наносять на середню площадку камери скраю покривного скла. Капілярними силами крапля сама втягується на покривне скло і заповнює камеру. Надлишок розчину крові стікає в жолобок. Якщо на сітку потрапило повітря або на бічних площадках виявився надлишок розчину, камеру слід промити дистильованою водою, висушити і заповнити знову. Заповнену камеру ставлять під

мікроскоп і, якщо формені елементи розташовані рівномірно (що є показником доброго перемішування крові), розпочинають підрахунок. Підраховують кількість Л у 25 великих квадратах (розділених на 400 маленьких). Підрахунок ведуть у межах маленького квадрата рядами (від верхнього до нижнього). Щоб уникнути подвійного підрахунку клітин, які лежать на межі між малими квадратами, застосовують правило Єгорова: «до даного квадрата належать Л, які лежать як усередині квадрата, так і на його лівій і верхній межі; Л на правій і нижній межі до даного квадрата не належать». Підраховавши суму Л у 25 великих квадратах (що становить 400 маленьких), знаходять середнє арифметичне число Л в одному маленькому квадраті. Знаючи, що об'єм простору камери над одним маленьким квадратом дорівнює 1/4000 мм<sup>3</sup>, множать знайдене число на 4000. Отримують кількість Л в 1 мм<sup>3</sup> розведеної крові. Помноживши на величину розведення (10), дістають кількість Л в 1 мм<sup>3</sup> суцільної крові. Таким чином, формула для обчислення кількості Л є такою:

$$X = (L \cdot 4000 \cdot 10) : 400,$$

де X — шукане число Л в 1 мм<sup>3</sup> крові; L — кількість лейкоцитів в 400 маленьких квадратах; 400 — кількість маленьких квадратів, в яких зроблено підрахунок; 10 — розведення крові.

Потім отримане число Л записують перерахунку на 1 л крові, тобто кількість тисяч Л, знайдених в 1 мм<sup>3</sup>, множать на 10<sup>9</sup>.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати, скільки Л міститься в 1 л досліджуваної крові. Порівняти отримані результати з нормою. У дорослих цей показник дорівнює 6–8 тис. в 1 мм<sup>3</sup>, або (6,0–9,0)·10<sup>9</sup>.

**Методика підрахунку лейкоцитарної формули в мазку крові**

*Для роботи необхідні:* приготовлений раніше мазок крові, забарвлений за Романовським — Гімзою, мікроскоп, імерсійне масло.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Мазок крові, забарвлений за Романовським — Гімзою, вміщують під мікроскоп з імерсійним об'єктивом і підраховують різні форми Л. При цьому гранулоцити і моноцити розташовуються на початку і в кінці мазка, а посередині, як правило, містяться лімфоцити. Найбільш рівномірно Л різних форм розташовуються в кутах мазка. Підрахунок Л роблять за допомогою зигзагоподібного переміщення скла, аби двічі не рахувати одні і ті ж клітини. У кожній з 4 частин мазка необхідно підрахувати не менше 25 Л. Усього їх в мазку налічується 100, що і приймається за 100 % (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Загальна кількість	Лейкоцитарна формула, %						
	Гранулоцити					Агранулоцити	
	Еозинофіли	Базофіли	Нейтрофіли			Моноцити	Лімфоцити
Метаміелоцити			Юні	Паличко-ядерні	Сегментоядерні		



Загальна кількість	Лейкоцитарна формула, %							
	Гранулоцити						Агранулоцити	
	Еозинофіли	Базофіли	Нейтрофіли				Моноцити	Лімфоцити
			Метамієлоцити	Юні	Паличкоядерні	Сегментоядерні		
(4–9)·10 <sup>9</sup> /л	1–5 % (0,05–0,4)·10 <sup>9</sup> /л	0–1 % (0–0,09)·10 <sup>9</sup> /л	0 % 0	0–1 % (0–0,09)·10 <sup>9</sup> /л	1–5 % (0,05–0,4)·10 <sup>9</sup> /л	45–70 % (2,0–5,0)·10 <sup>9</sup> /л	2–10 % (0,15–0,5)·10 <sup>9</sup> /л	20–40 % (1,8–3,0)·10 <sup>9</sup> /л

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Результати роботи оформити у вигляді табл. 7.2.

Співвідношення різних форм лейкоцитів у нормі подано в табл. 7.3.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Лейкоцити, до яких має спорідненість вірус ВІЛ-інфекції, — це:

- A. Т-супресори
- B. Т-хелпери
- C. Т-клітини імунної пам'яті
- D. Т-клітини ампліфаери
- E. Т-клітини-кілери

2. У людини після операції через 5 днів нагнає післяопераційна рана. Які, в основному, лейкоцити знаходяться в рані, якщо в ній кисле середовище?

- A. Еозинофіли
- B. Лімфоцити
- C. Нейтрофіли
- D. Моноцити
- E. Базофіли

3. У людини після тривалого прийому антибіотиків виникла алергія у вигляді сильного почервоління шкіри, розширення судин і збільшення припливу крові. Які форми Л найбільше беруть участь у розвитку алергії?

- A. Еозинофіли
- B. Лімфоцити
- C. Базофіли
- D. Моноцити
- E. Нейтрофіли

4. У людини 20 років підвищена температура тіла до 38,5 °С, виявлений лейкоцитоз. Який різновид Л виділяє біологічно активну речовину, циркуляція якої в крові супроводжується підвищенням температури?

- A. Лімфоцити
- B. Базофіли
- C. Еозинофіли
- D. Нейтрофіли
- E. Моноцити

5. Показники лейкоцитарної формули (%) у дорослої людини при загальній кількості лейкоцитів 7,0·10<sup>9</sup> відповідають нормі, за винятком:

- A. Базофіли — 0
- B. Еозинофіли — 18
- C. Нейтрофіли — 55 (паличкоядерні — 4, сегментоядерні — 51)

D. Лімфоцити — 22

E. Моноцити — 5

6. Основна роль лейкоцитів:

- A. Транспорт вуглекислого газу
- B. Транспорт кисню
- C. Захисна
- D. Забезпечення гемостазу
- E. Забезпечення фібринолізу

7. Види фізіологічного лейкоцитозу, за винятком:

- A. Травного
- B. Міогенного
- C. Емоційного
- D. Індукованого больовою дією
- E. Індукованого запальним процесом

8. Глистяна інвазія супроводжується:

- A. Нейтрофільним лейкоцитозом
- B. Базофілією
- C. Еозинофілією
- D. Моноцитозом
- E. Лімфоцитозом

9. У дитини на місці пошкодження пальця через кілька діб з'явилася припухлість із гнійним вмістом. Які елементи неспецифічного захисту системи крові першими включаються в процеси знешкодження цього вмісту?

- A. Моноцити
- B. Еритроцити
- C. Базофіли
- D. Нейтрофіли
- E. Еозинофіли

10. «Діapedез» — це термін, що стосується:

- A. Міграції нейтрофілів із кров'яного русла
- B. Специфічного дослідження крові
- C. Гальмування продукції антитіл
- D. Схильності до алергічних реакцій
- E. Згортання крові

### Відповіді

1.B, 2.C, 3.C, 4.E, 5.B, 6.C, 7.E, 8.C, 9.A, 10.A.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. До Т-лімфоцитів належать:

- A. Базофіли
- B. Тучні клітини
- C. Цитотоксичні лімфоцити
- D. Макрофаги
- E. Лімфоцити

2. У нейтрофілах синтезується низка речовин. Які з них впливають на вірус?

- A. Гідролаза
- B. Мієлопероксидаза
- C. Інтерферон
- D. Фагоцитин
- E. Лізоцим

3. У мазку крові кількість юних форм нейтрофілів становить 20 %, кількість сегментоядерних нейтрофілів — 50 %. Як називається така зміна лейкоцитарної формули?

- A. Лейкемоїдна реакція
- B. Регенеративне зрушення
- C. Агранулоцитоз
- D. Дегенеративне зрушення
- E. Лейкемічний провал

4. У мазку крові обстежуваного не виявлено юних форм нейтрофілів, кількість сегментоядерних нейтрофілів — 75 %. Як називається така зміна лейкоцитарної формули?

- A. Агранулоцитоз
- B. Лейкемоїдна реакція
- C. Лейкемічний провал
- D. Дегенеративне зрушення
- E. Регенеративне зрушення

5. Яка кількість лейкоцитів у крові дорослої людини?

- A.  $(4,5-5,5) \cdot 10^{12}$  /л
- B.  $(250-400) \cdot 10^9$  /л
- C.  $(4-9) \cdot 10^9$  /л
- D. 5–8 % загального об'єму крові
- E. 45 % маси крові

6. У нормі в крові людини:

- A. Еозинофіли — найчисленніший тип серед Л
- B. Лімфоцитів менше, ніж нейтрофільних Л
- C. Найменша кількість заліза в Нб
- D. Лейкоцитів більше, ніж Ер
- E. Тромбоцитів більше, ніж Ер

7. У нормі у крові людини:

- A. Нейтрофіли — найчисленніший тип серед Л
- B. Лімфоцитів більше, ніж нейтрофільних Л
- C. Найменша кількість заліза в Нб
- D. Лейкоцитів більше, ніж Ер
- E. Тромбоцитів більше, ніж Ер

8. У якому віці у людини спостерігається перше перехрещення показників лейкоцитарної формули і на якому процентному рівні?

- A. У дорослого 40–60 % нейтрофілів і 20–40 % лімфоцитів
- B. У 5–6 років 50–60 % нейтрофілів і лімфоцитів
- C. У новонародженого 70 % нейтрофілів і 25 % лімфоцитів
- D. У 5–6 днів 40–45 % нейтрофілів і лімфоцитів
- E. У дорослого 40–60 % нейтрофілів і 10 % моноцитів

9. У якому віці у людини спостерігається друге перехрещення показників лейкоцитарної формули і на якому процентному рівні?

A. У дорослого 40–60 % нейтрофілів і 20–40 % лімфоцитів

B. У 5–6 років 50–60 % нейтрофілів і лімфоцитів

C. У новонародженого 70 % нейтрофілів і 25 % лімфоцитів

D. У 5–6 днів 40–45 % нейтрофілів і лімфоцитів

E. У дорослого 40–60 % нейтрофілів і 10 % моноцитів

10. Яка кількість лейкоцитів у крові новонародженого?

- A.  $(4,5-5,5) \cdot 10^{12}$  /л
- B.  $(250-400) \cdot 10^9$  /л
- C.  $(4-9) \cdot 10^9$  /л
- D.  $(10-30) \cdot 10^{12}$  /л
- E. 45 % маси крові

### Відповіді

1.C, 2.C, 3.B, 4.D, 5.C, 6.B, 7.A, 8.D, 9.B, 10.D.

### Ситуаційні завдання

1. Обстежуваний Т. (45 років), за професією рентгенотехнік, надійшов до клініки з підозрою на хронічну променевою хворобу. За аналізами крові: Нб — 117 г/л; Ер —  $32 \cdot 10^{12}$  /л; КП — 1,0; Л — 2500 /л; базофіли — 0; еозинофіли — 1 %; Тр —  $75 \cdot 10^3$  /л, ШОЕ = 16 мм/год. Поясніть:

1) Чим відрізняються показники крові даного пацієнта від показників норми?

2) Чи може дана картина крові бути наслідком дії на організм іонізуючого випромінювання?

2. У жінки (36 років) з'явилися скарги на гострі болі в животі, які мають постійний характер, посилюються під час руху і ходьби. При пальпації відмічається локальна болісність у правій клубовій ділянці. Відмічено підвищення температури тіла до 38,1 °С. В аналізах крові: Нб — 110 г/л; Л —  $14 \cdot 10^9$  /л; ШОЕ — 14 мм/год. Поясніть:

1) Які зміни з боку крові наявні у пацієнтки?

2) Що таке зрушення лейкоцитарної формули вліво?

3) Що таке ШОЕ, які фактори впливають на його величину?

3. Пацієнт В. (54 роки) скаржиться на напади задухи, що частішали, виникають раптово і не пов'язані з певним часом доби. Під час нападу утруднений видих, обстежуваний для полегшення видиху набуває вимушеного положення: шукає опору для рук. За даними аналізу крові: Нб — 130 г/л; Ер —  $4,2 \cdot 10^{12}$  /л; КП — 0,9; Л —  $5 \cdot 10^9$  /л; базофіли — 5 %; еозинофіли — 18 %; лімфоцити — 21 %; моноцити — 7 %. Поясніть:

1) Які зміни з боку крові наявні у пацієнта?

2) Про що вони можуть свідчити?

4. У стаціонар «Швидкої допомоги» доставлений чоловік 43 років зі скаргами на стисний біль за грудниною, відчуття серцебиття. Відмічаються задишка, генералізована слабкість, відчуття тривоги і страху. Біль не знімається нітроглице-

рином. Під час огляду стан людини тяжкий: шкірні покриви бліді, пульс слабкого наповнення, АТ = 90/50 мм рт. ст., ЧД — 25 /хв. Аналіз крові на час надходження: Нв — 121 г/л; Ер —  $4,7 \cdot 10^{12}$  /л; КП — 0,7; лейкоцити —  $18 \cdot 10^9$  /л; ШОЕ = 11 мм/год. Аналіз крові через 4 дні: лейкоцити  $15 \cdot 10^9$  /л; ШОЕ = 25 мм/год. Поясність:

1) Які зміни з боку крові наявні у хворого?

2) Яка причина зміни ШОЕ протягом 4 днів?

3) Які фактори впливають на величину ШОЕ?

5. Підрахуйте лейкоцитарну формулу, якщо загальна кількість лейкоцитів в  $1 \text{ мм}^3$  дорівнює 8000, у тому числі: еозинофілів 100, базофілів 20, нейтрофілів 6000, лімфоцитів 1500, моноцитів 380. Оцініть результати даного аналізу крові.

6. Розрахуйте лейкоцитарний профіль (за Мошковським), якщо загальна кількість лейкоцитів дорівнює  $6 \cdot 10^9$  /л, а лейкоцитарна формула така: еозинофілів — 3 %; базофілів — 0,5 %; нейтрофілів — 71 %; моноцитів — 4,5 %; лімфоцитів — 21 %.

7. У 25 великих квадратах камери Горяєва виявилось 100 лейкоцитів. Розрахуйте кількість лейкоцитів у 1 л крові, якщо її набирали в меланжер до мітки 0,5.

8. Поясність, які зміни у складі крові можуть спостерігатися під час запальних процесів і чому.

9. У новонародженої дитини в 1 л крові виявлено 20 млн лейкоцитів. Поясність, чи здорова вона.

10. У лейкоцитарній формулі дитини настало перше лейкоцитарне перехрещення. Поясність, яким має бути вміст нейтрофілів у дитини. Якого віку дитина?

11. У шестирічної дитини в лейкоцитарній формулі вміст лімфоцитів і нейтрофілів однаковий — 40 %. Поясність, норма це чи патологія.

12. Дитині 1 рік. У лейкоцитарній формулі знайдено 60 % лімфоцитів. Поясність, чи не свідчить це про наявність захворювання.

13. У лейкоцитарній формулі дитини виражене зрушення вліво, у бік молодих форм нейтрофілів. Чи обов'язково це пов'язано з наявністю запального процесу в організмі дитини?

14. Проаналізуйте і дайте висновок за загальним аналізом крові: Ер —  $4,5 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 0 %; Нв — 150 г/л; КП — 1,0; Нт — 45 %; ШОЕ — 3 мм/год; Тр —  $250 \cdot 10^9$  /л; Л —  $6,0 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 2 %; базофілів — 1,0 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 3 %; сегментоядерних нейтрофілів — 50 %; лімфоцитів — 35 %; моноцитів — 9 %.

15. Проаналізуйте і зробіть висновок за загальним аналізом крові: Ер —  $6,0 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 1,0 %; Нв — 190 г/л; КП — 1,3; Нт — 60 %; ШОЕ — 1 мм/год; Тр —  $450 \cdot 10^9$  /л; Л —  $6,0 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 5 %; базофілів — 1 %; юних нейтрофілів — 10 %; паличкоядерних нейтрофілів — 10 %; сегментоядерних нейтрофілів — 35 %; лімфоцитів — 30 %; моноцитів — 9 %.

16. Проаналізуйте і зробіть висновок за загальним аналізом крові: Ер —  $3,5 \cdot 10^{12}$  /л; ретику-

лоцити — 0 %; Нв — 110 г/л; КП — 0,7; Нт — 45 %; ШОЕ — 18 мм/год; Тр —  $350 \cdot 10^9$  /л; Л —  $3,0 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 1 %; базофілів — 0 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 78,0 %; сегментоядерних нейтрофілів — 35 %; лімфоцитів — 20 %; моноцитів — 1 %.

17. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: лейкопенія, зрушення лейкоцитарної формули вліво, базофілізм.

18. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: лейкоцитоз, абсолютний нейтрофіліоз.

19. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: зрушення лейкоцитарної формули вправо, лімфоцитоз.

20. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: відносний моноцитоз, еритропенія, гіперхромія.

21. Наведіть приклад аналізу крові зі зрушенням лейкоцитарної формули вліво за наявності лейкоцитозу.

22. Розрахуйте абсолютну кількість сегментоядерних нейтрофілів у 1 л крові, якщо загальна кількість Л  $9 \cdot 10^9$ , а з лейкоцитарної формули відомо, що сегментоядерні нейтрофіли становлять 68 %.

23. Чи можна розрахувати процентний вміст лімфоцитів, якщо відома загальна кількість Л і абсолютна кількість лімфоцитів у 1 л крові? Наведіть приклад розрахунків.

24. Поясність, чи є високий відсоток окремих форм Л обов'язковою ознакою збільшення їх кількості.

25. Поясність, які показники Л потрібні, аби з'ясувати, чи є зміни якої-небудь окремої форми Л абсолютними або відносними.

26. Поясність, чи є лімфоцитоз абсолютним або відносним при загальній кількості Л  $3,0 \cdot 10^9$  /л і процентному співвідношенні лімфоцитів, що дорівнює 60 %.

27. Чи є моноцитоз абсолютним, якщо в 1 л крові  $5,0 \cdot 10^9$  лейкоцитів, а лейкоцитарна формула у відсотках має вигляд: еозинофілів — 1 %; базофілів — 0 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 5 %; сегментоядерних нейтрофілів — 63 %; лімфоцитів — 15 %; моноцитів — 15 %.

28. Розрахуйте лейкоцитарний профіль. Загальна кількість лейкоцитів  $6,0 \cdot 10^9$  /л, лейкоцитарна формула: еозинофілів — 2 %; базофілів — 0 %; юних нейтрофілів — 2 %; паличкоядерних нейтрофілів — 3 %; сегментоядерних нейтрофілів — 65 %; лімфоцитів — 25 %; моноцитів — 4 %.

29. Поясність, чи є базофілізм абсолютним, якщо його вміст становить 22 %, а кількість лейкоцитів —  $4,5 \cdot 10^9$  /л.

30. Розрахуйте лейкоцитарний профіль за результатами такого аналізу крові: Л —  $3,0 \cdot 10^9$  /л; лейкоцитарна формула: еозинофілів — 1 %; базофілів — 3 %; юних нейтрофілів — 1 %; паличкоядерних нейтрофілів — 5 %; сегментоядерних нейтрофілів — 73 %; лімфоцитів — 10 %; моноцитів — 7 %.

31. Зробіть висновок про стан лейкоцитарного ростка крові, якщо загальна кількість Л  $1,2 \cdot 10^9$  /л, лейкоцитарна формула: еозинофілів — 0 %; базофілів — 1 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 0 %; сегментоядерних нейтрофілів — 52 %; лімфоцитів — 45 %; моноцитів — 2 %.

32. Зробіть висновок про стан лейкоцитарного ростка крові, якщо загальна кількість лейкоцитів  $4,0 \cdot 10^9$  /л, лейкоцитарна формула: еозинофілів — 8 %; базофілів — 1 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 8 %; сегментоядерних нейтрофілів — 56 %; лімфоцитів — 20 %; моноцитів — 5 %.

33. Зробіть висновок про стан лейкоцитарного ростка крові, якщо загальна кількість лейкоцитів  $3,5 \cdot 10^9$  /л, лейкоцитарна формула: еозинофілів — 0 %; базофілів — 8 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 0 %; сегментоядерних нейтрофілів — 70 %; лімфоцитів — 20 %; моноцитів — 2 %.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. 1) Показники крові даного пацієнта від показників норми відрізняються за зниженням кількості Л (лейкопенія) і Тр (тромбопенія), показник ШОЕ вищий за норму (прискорене ШОЕ).

2) Враховуючи той факт, що професія пацієнта пов'язана з іонізуючим випромінюванням, дана картина крові може бути наслідком дії на організм шкідливого фактора (іонізуючого випромінювання). За цих умов можливе пригнічення продукції Л і Тр, що призведе до порушення захисної функції крові: імунної та згортальної.

2. 1) З боку крові у пацієнтки є такі зміни: підвищення кількості Л (лейкоцитоз), прискорене ШОЕ, зміни в лейкоцитарній формулі. Дані зміни на тлі наявних скарг можуть свідчити про запальний процес.

2) Зрушення лейкоцитарної формули вліво означає збільшення відсотка незрілих нейтрофілів і вказує на початковий етап захворювання або на знижену реактивність організму.

3) ШОЕ — швидкість осідання Ер, вимірюється в мм/год, для визначення ШОЕ використовується прилад Панченкова. На зміну ШОЕ можуть впливати такі фактори: зміна співвідношення фракцій білків плазми, в'язкості крові, кількості Ер, а також температура, ОЦК, рН крові.

3. 1) З боку крові у пацієнта є такі зміни: підвищення відсотка базофілів і еозинофілів.

2) Збільшення кількості базофілів і особливо еозинофілів свідчить про можливу паразитарну інфекцію або алергічне захворювання. В даному випадку зміни в крові та наявні скарги характерні для бронхіальної астми.

4. 1) З боку крові у людини є такі зміни: на час надходження до клініки — підвищення кількості Л (лейкоцитоз); через 4 дні — лейкоцитоз і прискорене ШОЕ.

2) Зміна ШОЕ протягом 4 днів викликана тим, що за цей час у крові змінилося співвідношення білкових фракцій плазми у бік збільшення висо-

комолекулярних білків, що спричинило збільшення (прискорення) ШОЕ.

3) На величину ШОЕ впливають: кількісне співвідношення білків плазми крові, рівень Ер, в'язкість крові, рН, температура та ін.

5. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 1,25 %; базофілів — 0,25 %; нейтрофілів — 75 %; лімфоцитів — 18,7 %; моноцитів — 4,8 %. Відмічаються відносний і абсолютний нейтрофіліоз, лімфопенія.

6. Лейкоцитарний профіль за Мошковським — це абсолютна кількість лейкоцитів різних форм у крові. У даному випадку в  $1 \text{ мм}^3$  крові міститься 18 еозинофілів, 3 базофіли, 4260 нейтрофілів, 1260 лімфоцитів і 270 моноцитів. Даний аналіз відповідає нормі дорослої людини.

7. Об'єм одного маленького квадрата —  $1/4000 \text{ мм}^3$ . У 25 великих квадратах їх міститься 400. Кров для підрахунку лейкоцитів розводилася в 20 разів. Отже, у даному випадку в  $1 \text{ мм}^3$  крові міститься  $(100 \cdot 4000 \cdot 20) : 400 = 20\,000$  лейкоцитів. Це виражений лейкоцитоз.

8. За умов запальних процесів у периферичній крові збільшується кількість глобулінів, фібриногену, лейкоцитів, оскільки вони беруть участь в захисних реакціях організму під час потрапляння в нього чужорідних мікроорганізмів.

9. Дитина здорова.

10. Перше перехрещення кривої вмісту лімфоцитів і нейтрофілів у периферичній крові (збільшення відсотка вмісту лімфоцитів і зниження відсотка нейтрофілів) настає на першому тижні життя. У цьому віці кількість нейтрофілів і лімфоцитів однакова і дорівнює близько 43 %.

11. Норма, оскільки між 5 і 7 роками життя у дитини здійснюється так зване друге лейкоцитарне перехрещення — кількість лімфоцитів і нейтрофілів зрівнюється. Потім кількість лімфоцитів падає до 25–30 %, а вміст нейтрофілів зростає до 60–70 %.

12. Ні, оскільки для дитини одного року такий вміст лімфоцитів в крові є нормою.

13. Ні, оскільки зрушення вліво лейкоцитарної формули у здорових дітей пов'язане з більшою, ніж у дорослих, швидкістю продукції клітин білого ряду в кістковому мозку.

14. Показники аналізу крові в межах фізіологічної норми.

15. Показники аналізу крові свідчать про еритроцитоз, гіперхромію (гіпергемоглобінемію), ШОЕ в межах норми, зниження осмотичної резистентності еритроцитів (ОРЕ), ретикулоцитоз, лейкоцитоз зі зміщенням формули вліво, тромбоцитоз.

16. Еритропенія, гіпохромія, збільшення ШОЕ, лейкопенія зі зміщенням лейкоцитарної формули вправо.

17. Ер  $4,5 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 0,1 %; Нв — 190 г/л; КР — 0,9; Нт — 43 %; ШОЕ — 10 мм/год; Тр —  $245 \cdot 10^9$  /л, лейкоцити —  $2,5 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 4 %; базофілів — 1,2 %; юних нейтрофілів — 9 %; паличкоядерних нейтрофілів — 10 %; сегментоядерних нейтрофілів — 32 %; лімфоцитів — 32 %; моноцитів — 8 %.

18. Ер  $4,0 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 0,5 %; Нб — 130 г/л; КП — 0,95; Нт — 42 %; ШОЕ — 12 мм/год; Тр —  $300 \cdot 10^9$  /л; Л —  $10,0 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 3 %; базофілів — 0,5 %; юних нейтрофілів — 1 %; паличкоядерних нейтрофілів — 7 %; сегментоядерних нейтрофілів — 73 %; лімфоцитів — 30 %; моноцитів — 7 %.

19. Ер —  $4,8 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 0 %; Нб — 135 г/л; КП — 1,0; Нт — 44 %; ШОЕ — 7 мм/год; Тр —  $310 \cdot 10^9$  /л; Л —  $6,0 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 2 %; базофілів — 0 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 6 %; сегментоядерних нейтрофілів — 80 %; лімфоцитів — 45 %; моноцитів — 5 %.

20. Ер  $3,3 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 0 %; Нб — 152 г/л; КП — 1,3; Нт — 45 %; ШОЕ — 9 мм/год; Тр —  $380 \cdot 10^9$  /л; Л —  $6,5 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 3 %; базофілів — 0,1 %; юних нейтрофілів — 0 %; паличкоядерних нейтрофілів — 4 %; сегментоядерних нейтрофілів — 59 %; лімфоцитів — 27 %; моноцитів — 12 %.

21. Ер —  $4,35 \cdot 10^{12}$  /л; ретикулоцити — 0,3 %; Нб — 130 г/л; КП — 0,9; Нт — 44 %; ШОЕ — 3 мм/год; Тр —  $400 \cdot 10^9$  /л; Л —  $11,0 \cdot 10^9$  /л. Лейкоцитарна формула даної крові: еозинофілів — 2 %; базофілів — 0,2 %; юних нейтрофілів — 9 %; паличкоядерних нейтрофілів — 10 %; сегментоядерних нейтрофілів — 37 %; лімфоцитів — 29 %; моноцитів — 5 %.

22. Сегментоядерних нейтрофілів у 1 л крові  $6,12 \cdot 10^9$  /л.

23. Вміст лейкоцитів  $7 \cdot 10^9$  відповідає 100 %, вміст лімфоцитів  $1,5 \cdot 10^9$  /л відповідає 21 %.

24. Ні.

25. Загальна кількість лейкоцитів у 1 л крові (для відносних змін) і відносний вміст у відсотках (для абсолютних відхилень).

26. Лише відносний лейкоцитоз, оскільки  $1,8 \cdot 10^9$  /л — вище за норму, яка становить  $(0,09-0,6) \cdot 10^9$  /л.

27. Так, абсолютний моноцитоз, оскільки  $0,75 \cdot 10^9$  /л — вище за норму —  $(0,09-0,6) \cdot 10^9$  /л.

28. Лейкоцитарний профіль: еозинофілів —  $0,12 \cdot 10^9$ ; базофілів — 0; юних нейтрофілів —  $0,06 \cdot 10^9$ ; паличкоядерних нейтрофілів —  $0,18 \cdot 10^9$  /л; сегментоядерних нейтрофілів —  $3,9 \cdot 10^9$  /л; лімфоцитів —  $0,24 \cdot 10^9$  /л; моноцитів —  $1,5 \cdot 10^9$  /л. Усі показники відповідають нормі.

29. Так, абсолютний, оскільки абсолютний вміст базофілів —  $0,99 \cdot 10^9$  /л — вищий за норму  $(0-0,065) \cdot 10^9$  /л.

30. Лейкоцитарний профіль: еозинофілів —  $0,09 \cdot 10^9$  /л; базофілів —  $0,03 \cdot 10^9$  /л; юних нейтрофілів —  $0,03 \cdot 10^9$  /л; паличкоядерних нейтрофілів —  $0,15 \cdot 10^9$  /л; сегментоядерних нейтрофілів —  $2,19 \cdot 10^9$  /л; лімфоцитів —  $0,3 \cdot 10^9$  /л; моноцитів —  $0,21 \cdot 10^9$  /л. Спостерігається відносна і абсолютна лімфопенія.

31. Лейкоцитарний профіль: еозинофілів —  $0,012 \cdot 10^9$  /л; базофілів — 0; юних нейтрофілів — 0; паличкоядерних нейтрофілів — 0; сегментоядерних нейтрофілів —  $0,62 \cdot 10^9$  /л; лімфоцитів —  $0,54 \cdot 10^9$  /л; моноцитів —  $0,24 \cdot 10^9$  /л. Спостеріга-

ються абсолютна і відносна моноцитопенія, відносна еозінопенія та лімфопенія.

32. Лейкоцитарний профіль: еозинофілів —  $0,04 \cdot 10^9$  /л; базофілів —  $0,32 \cdot 10^9$  /л; юних нейтрофілів —  $0,08 \cdot 10^9$  /л; паличкоядерних нейтрофілів —  $0,32 \cdot 10^9$  /л; сегментоядерних нейтрофілів —  $2,24 \cdot 10^9$  /л; лімфоцитів —  $0,8 \cdot 10^9$  /л; моноцитів —  $0,02 \cdot 10^9$  /л. Спостерігаються абсолютна і відносна базофілія, абсолютна лімфопенія і зрушення формули вліво.

33. Лейкоцитарний профіль: еозинофілів —  $0,31 \cdot 10^9$  /л; базофілів — 0; юних нейтрофілів — 0; паличкоядерних нейтрофілів — 0; сегментоядерних нейтрофілів —  $2,45 \cdot 10^9$  /л; лімфоцитів —  $0,7 \cdot 10^9$  /л; моноцитів —  $0,07 \cdot 10^9$  /л. Спостерігаються абсолютна і відносна еозінофілія, абсолютна лімфопенія.

#### 7.4. ВИДИ І МЕХАНІЗМИ ГЕМОСТАЗУ. ФІЗІОЛОГІЯ ТРОМБОЦИТІВ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання гемостатичних властивостей крові, функцій тромбоцитів необхідне для розуміння механізмів тромбоутворення і підтримки крові в рідкому стані за умов довкілля, яке змінюється, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Властивості та функції тромбоцитів.
2. Фізіологічні механізми, які лежать в основі гемостазу.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Лейкоцити, Поняття про гемостаз.
2. Тромбоцити крові, їх будова, властивості та функції.
3. Згортальна система крові, її склад і функції її коагулянтів.
4. Судинно-тромбоцитарний гемостаз, його фази, механізми і значення.
5. Коагуляційний гемостаз, його фази, механізми розвитку і значення. Сучасне уявлення про основні фактори (коагулянти), які беруть участь у коагуляційному гемостазі.
6. Антикоагулянти первинної антизгортальної системи, їх види, механізми дії, значення.
7. Фібриноліз (вторинна антизгортальна система — система фібринолізу), плазміни та їх значення.
8. Роль ендотелію судинної стінки в регуляції гемостазу і фібринолізу.
9. Регуляція згортання крові.
10. Фактори, які впливають на згортання крові, їх значення.
11. Фактори, які уповільнюють згортання або запобігають згортанню крові поза організмом, їх значення.
12. Розвиток системи згортання крові у дітей.
13. Вікові зміни функції гемостазу людей різного віку.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалюйте схему судинно-тромбоцитарного гемостазу, опишіть його механізми і значення.

2. Намалюйте схему коагуляційного гемостазу, опишіть його механізми і значення.
3. Перерахуйте антикоагулянти первинної антизгортальної системи.
4. Наведіть фактори фібринолізу.
5. Намалюйте схему фібринолізу, опишіть його механізми і значення.
6. Перерахуйте способи обертання крові від згортання поза кровоносним руслом і від підвищення згортання крові у людини.
7. Вкажіть час згортання крові і час кровотечі в нормі.
8. Опишіть методи визначення згортання крові.
9. Опишіть методи визначення часу кровотечі.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Аналіз і оцінка тромбоеластограми.
2. Аналіз і оцінка коагулограми.
3. Визначення часу згортання крові.
4. Визначення тривалості кровотечі.

#### **Методика графічної реєстрації процесу згортання крові (тромбоеластографія)**

*Для роботи необхідні:* тромбоеластограф, скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, спеціальний капіляр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Принцип дії тромбоеластографа заснований на тому, що випадаючі в осад фібринові тяжі змінюють кут нахилу сталевго стрижня, його коливання реєструються у вигляді кривої (тромбоеластограми), яка має характерні особливості за різних станів організму. У кювету поміщають досліджувану кров, отриману раніше описаним способом, об'ємом 0,025–0,5 мл. Сталевий стрижень, укріплений на тонкій струні, занурюють у кювету з досліджуваною кров'ю. У приладі є спеціальний пристрій, що повертає кювету через певні проміжки часу вправо і вліво на 4'45". За умов рідкого середовища (до початку утворення фібринових ниток) ці коливання не передаються сталевій струні і тому не фіксуються на папері. Як тільки починають з'являтися фібринові нитки, вони охоплюють сталевий стрижень, і подальший рух залежить від еластичності згустка, що утворюється. Під час згортання в'язкість крові поступово збільшується. За цих умов посилюється зчеплення між диском і кюветою, збільшується амплітуда повороту циліндра. Коливання стрижня передаються на папір і записується крива (тромбоеластограма).

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати отримані результати тромбоеластограми. Порівняти їх з нормальними показниками. У нормі: 1) час реакції (R) становить 9–14 хв (на кривій це відстань від початку прямої лінії до її розширення, близько 1 мм, до якого додають час наповнення кювети n); 2) час утворення згустка K (час згортання) — 5–8 хв (на кривій це момент від кінця часу реакції R до розходження країв тромбоеластограми на 20 мм); 3) максимальна амплітуда ( $m_a$ ) — величина максимального розходження країв тромбоеластограми = 50–56 мм; 4) міцність (еластичність) згустка (E) = 80–180, яку розраховують за формулою:  $E = 100 m_a / (100 - m_a)$ .

За умов прискореної здатності згущуватися R і K коротшають,  $m_a$  зростає. За умов уповільнення, навпаки, R і K подовжуються,  $m_a$  зменшується. Укорочення показників R і K на тромбоеластограмах свідчить про прискорення першої і другої фаз згортання крові. Підвищення  $m_a$  свідчить про збільшення концентрації фібриногену. Величина E характеризує також функціональну активність тромбоцитів і кількість та якість фібриногену. Тромбоеластограми за різних станів представлені на рис. 7.1–7.4:

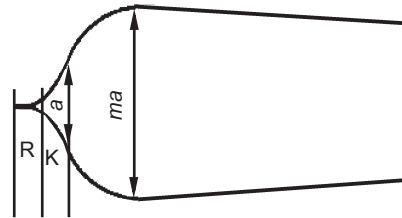


Рис. 7.1. Норма

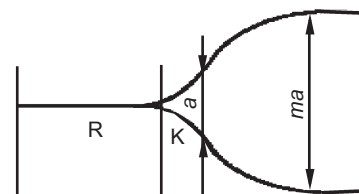


Рис. 7.2. Гемофілія

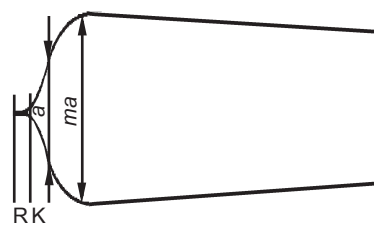


Рис. 7.3. Тромбоз

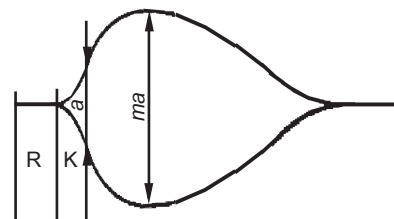


Рис. 7.4. Фібриноліз

#### **Методика реєстрації процесу згортання і рекальцифікації плазми за допомогою коагулографії**

*Для роботи необхідні:* коагулограф, скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, спеціальний капіляр, 1,29%-й розчин CaCl, цитратна плазма.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Принцип методу коагулографії заснований на вимірі електричного опору крові, вміщеної у посудину з двома електродами. У процесі згортання змінюється опір крові,

що позначається на формуванні кривої — коагулограми. Для визначення рекальцифікації плазми 0,15 мл цитратної плазми крові вміщують у посудину, дають плазмі прогрітися і через 1 хв додають 0,05 мл 1,29%-го CaCl<sub>2</sub> відразу включаючи секундомір. Час від початку дослідження до першого коливання зі зменшенням амплітуди визначає початок згортання T<sub>1</sub>, час від початку дослідження до першого коливання з мінімальною амплітудою — кінець згортання T<sub>2</sub>. Тривалість згортання T — час від першого коливання зі зменшеною амплітудою до першого коливання з мінімальною амплітудою T:

$$T = T_2 - T_1.$$

Час, що становить одну хвилину, відповідає шести коливанням T<sub>1</sub> і показнику R тромбоеластограми, T — показнику K тромбоеластограми.

**Оформлення результатів і їх оцінка.** Записати отримані результати коагулографії. Порівняти їх з нормальними показниками.

#### **Методика визначення часу згортання крові за методом Фоніо**

**Для роботи необхідні:** скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, пробірка, секундомір.

**Об'єкт дослідження** — людина.

**Проведення роботи.** Отримують 1 мл крові шляхом пункції вени. У вологу камеру поміщають предметне скло з 2–3 краплями крові, скляною паличкою з довгим кінцем проводять поверхнею краплі. Поява перших ниток фібрину свідчить про початок процесу згортання, а утворення згустка — про його закінчення.

**Оформлення результатів та їх оцінка.** Записати отримані результати. Порівняти їх з нормальними показниками. У нормі за методом Фоніо кров починає згортатися на 5–8-й хвилині і завершує згортатися на 15–18-й хвилині. За умов гемофілії процес згортання сповільнюється інколи до 2 год, при тромбоцитопеніях час згортання, як правило, залишається у межах норми, під час загострень може сповільнюватися.

#### **Методика визначення часу згортання крові за методом Лі й Уайта**

**Для роботи необхідні:** скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, пробірка, секундомір.

**Об'єкт дослідження** — людина.

**Проведення роботи.** Отримують 1 мл крові пункцією з вени. Кров вміщують у пробірку діаметром 8–10 мм, яку розміщують на водяній бані, де підтримується температура 37 °С. Кожні 30 с пробірку нахилиють на 50° до тих пір, поки кров не перестане розтікатися стінками пробірки.

**Оформлення результатів та їх оцінка.** Записати отримані результати. Порівняти їх з нормальними показниками. У нормі кров перестає розтікатися стінками пробірки через 5–10 хв після взяття.

#### **Методика визначення часу тривалості кровотечі за методом Дюка**

**Для роботи необхідні:** скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, пробірка, секундомір.

**Об'єкт дослідження** — людина.

**Проведення роботи.** Проколюють шкіру пальця на глибину 3 мм. Відмічають час. Кожні 30 с прикладають фільтрувальний папір до краплі крові (не торкаючись рани). Відзначають, через який час фільтрувальний папір перестане вбирати кров.

**Оформлення результатів та їх оцінка.** Записати отримані результати. Порівняти їх з нормальними показниками. У нормі тривалість кровотечі 2–4 хв.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Здоровий хлопчик 5 років, необережно поводячись з ножом, порізав палець, з якого тече кров. Скільки часу приблизно триватиме кровотеча?

- A. Кілька секунд
- B. Кілька хвилин, але не більше 6 хв
- C. Понад 5 хв, але не більше 10 хв
- D. До 1 год
- E. До 30 хв

2. Цитрат Na<sup>+</sup> — це важливий антикоагулянт завдяки своїй здатності:

- A. Повільно метаболізуватися
- B. Зв'язувати вітаміни
- C. Зв'язувати фактор XIII
- D. Утворювати хелатні сполуки з Ca<sup>2+</sup>
- E. Буферувати основні групи факторів коагуляції

3. Підвищення концентрації Ca<sup>2+</sup> у цитоплазмі тромбоцитів стимулює:

- A. Активацію фосфоліпази A<sub>2</sub>
- B. Утворення протеїнкінази C
- C. Активацію фосфоліпази C
- D. Підвищення кількості цАМФ
- E. Пригнічення синтезу простагландинів

4. У пацієнта за умов незначних механічних травм з'являються підшкірні крововиливи. Що може бути причиною такого явища?

- A. Лейкопенія
- B. Лімфоцитоз
- C. Еритропенія
- D. Тромбоцитоз
- E. Тромбопенія

5. У літньому віці у людини посилюються процеси тромбоутворення. З підвищенням активності якого фактора більшою мірою пов'язаний цей процес?

- A. Адгезивна активність тромбоцитів
- B. Концентрація протромбіну
- C. Концентрація іонів Ca<sup>2+</sup>
- D. Тонус гладких м'язів судин
- E. Концентрація адреналіну

6. Геморагічний діатез виникає за умов:

- A. Тромбоцитозу
- B. Тромбоцитопенії

- С. Дефіциту вітаміну С
- Д. Дефіциту протромбіну
- Е. Дефіциту антигемофільного глобуліну

7. Пацієнт за призначенням лікаря приймає антикоагулянти. Які обов'язкові клінічні обстеження показників крові за цих умов?

- А. Визначення головних показників коагулограми
- В. Визначення ШОЕ
- С. Визначення кількості еритроцитів
- Д. Визначення кількості лейкоцитів
- Е. Визначення показників гематокриту

8. Гемофілія А пов'язана з дефіцитом фактора:

- А. Хагемана (XII)
- В. Стюарта — Прауера (X)
- С. Флетчера (XIV)
- Д. Віллебранда (VIII)
- Е. Крістмаса (IX)

9. Тромбоцити не виконують функцію:

- А. Імунологічну
- В. Транспортну
- С. Ангіотрофічну
- Д. Гемостатичну
- Е. Терморегуляторну

10. Відразу після фізичного навантаження у спортсмена час згортання крові становив 2 хв. Активация якого механізму стала безпосередньою причиною гіперкоагуляції?

- А. Фактора Хагемана
- В. Тканинних ліпаз
- С. Дії адреналіну
- Д. Тромбопластину судинної стінки
- Е. Фосфоліпідів

### **Відповіді**

1.В, 2.Д, 3.А, 4.Е, 5.С, 6.В, 7.А, 8.Д, 9.Е, 10.С.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою Крок-1»**

1. У пацієнта з травмою м'яких тканин досліджені показники згортання крові. Укажіть вірну послідовність активації зовнішньої послідовності згортання крові.

- А. III — IV — Ха
- В. IV — VIII : ФВ — Ха
- С. III — VIIa — Ха
- Д. IV — VIIa — Ха
- Е. III — VIII : ФВ — XIa

2. У людини з тромбозом судин лівої гомілки виявлено зниження активності протизгортальної системи крові. Вміст яких перерахованих факторів може бути знижений у крові?

- А. Гепарину
- В. Фібриногену
- С. Протромбіну
- Д. Протромбінази
- Е. Х-фактора

3. У людини в результаті дисфункції печінки виявлено зниження протромбіну крові. Яка найімовірніша причина порушення гемостазу?

- А. Порушення антикоагуляційних властивостей крові
- В. Порушення першої фази коагуляційного гемостазу
- С. Порушення судинно-тромбоцитарного гемостазу
- Д. Порушення процесу фібринолізу
- Е. Порушення другої фази коагуляційного гемостазу

4. Підвищення концентрації  $Ca^{2+}$  в цитоплазмі тромбоцитів стимулює:

- А. Підвищення концентрації цАМФ
- В. Утворення протейнінази С
- С. Активацию фосфоліпази С
- Д. Активацию фосфоліпази  $A_2$
- Е. Пригнічення синтезу простагландину

5. Гемофілія — це:

- А. Прискорення здатності крові згущуватися
- В. Руйнування еритроцитів
- С. Уповільнення здатності крові згущуватися
- Д. Відсутність здатності крові згущуватися
- Е. Збільшення часу кровотечі

6. У пацієнта з дефіцитом фактора Хагемана виявлено порушення фібринолізу. Який з наведених нижче факторів активує фібриноліз за допомогою внутрішнього механізму?

- А. IXa
- В. XIIa
- С. III
- Д. VIIa
- Е. XIa

7. Гемофілія В пов'язана з дефіцитом фактора:

- А. Флетчера
- В. Хагемана
- С. Стюарта — Прауера
- Д. Крістмаса
- Е. Віллебранда

8. Що неправильно з наведеної характеристики тромбоцитів?

- А. Містить поліпептидний фактор росту, що активує розмноження багатьох клітин у тканинах внутрішнього середовища
- В. Утворюються в селезінці
- С. Беруть участь в утворенні тромбу
- Д. Попередник має гігантське поліплоїдне ядро
- Е. Тромбопоетин — стимулятор їх формування

9. Який вплив чинить аспірин на тромбоцити?

- А. Спричинює порушення їх агрегації
- В. Знижує їх кількість
- С. Зменшує час кровотечі
- Д. Скорочує термін їх життя
- Е. Не впливає на тромбоцити



10. Що з наведеного не належить безпосередньо до участі ендотелію в системі гемостазу?

- A. Наявність негативного заряду
- B. Здатність синтезувати NO, простагліцині
- C. Метаболізм ліпопротеїдів
- D. Утворення фактора Віллебранда
- E. Наявність фібринової плівки на поверхні

### Відповіді

1.C, 2.A, 3.E, 4.D, 5.E, 6.B, 7.D, 8.B, 9.A, 10.C.

### Ситуаційні завдання

1. Під час профілактичного огляду жінки 27 років з'ясувалося, що у неї почали з'являтися невеликі крововиливи після незначних ударів, чого раніше не спостерігалось. Себе вважає здоровою, а даний стан пояснює «жорсткою дієтою», якої вона почала дотримуватися. Під час ретельнішого дослідження з'ясувалося, що з раціону харчування повністю виключені жири. Після консультації дієтолога постало питання про дефіцит вітамінів, особливо відмічається недостатність жиророзчинних вітамінів, зокрема вітаміну К. Захворювання у родичів немає, шкідливих факторів на роботі та у місці мешкання немає. Поясніть:

1) Порушення якої функції крові можливе при дефіциті вітаміну D і чому?

2) Які аналізи крові Ви призначите, аби підтвердити Ваші припущення?

3) Якими будуть Ваші рекомендації в даному випадку і чому?

2. Переливання цитратної крові людині під час операції супроводжують одночасним введенням певної кількості  $\text{CaCl}_2$ . Поясніть, з якою метою його вводять.

3. Поясніть, які зміни стануться в процесі згортання крові, якщо в систему додати інгібітор плазміну, наприклад, епсилонамінокапронову кислоту (ЕАКК).

4. Додайте ланку, якої бракує в наведеній нижче схемі. Укажіть нормальну величину показника: протромбіновий індекс = ?  $\times 100$  : протромбінове число здорової людини. Поясніть фізіологічне значення даного показника.

5. Поясніть, схема якого процесу наведена в даному випадку? Додайте ланки, яких бракує. Закінчився процес або триватиме? Схема процесу: ? — XII — XII<sub>a</sub> → XI — XI<sub>a</sub> → ? → VIII — VIII<sub>a</sub> → X — X<sub>a</sub> + Ca + III + V.

6. Поясніть, схема якого процесу наведена в даному випадку. Додайте ланки, яких бракує. Активатор → плазміноген → ? → фібрин → ?

7. Поясніть, яка з наведених схем правильно відображає послідовність фаз і взаємний зв'язок компонентів у процесі гемокоагуляції.

Схема А:  $\text{Ca} + \text{III} + \text{X}_a \rightarrow$  протромбіназа + протромбін → тромбін +  $\text{Ca}^{2+}$  фібриноген → фібрин.

Схема Б: протромбіназа → протромбін +  $\text{Ca}^{2+}$  + III → тромбін → фібриноген → фібрин.

8. У людини алкогольний цироз печінки. Поясніть, чи можна чекати порушення часу згортання крові у цієї людини і чому.

9. Кількість тромбоцитів у досліджуваній крові  $100 \cdot 10^9$  /л. Поясніть, яких змін у системі згортання слід чекати за даних умов.

10. У новонародженої дитини на другий день після народження час згортання крові дорівнює 7 хв. Поясніть, чи нормально це. Які механізми такого явища?

11. В однорічної дитини тяжка форма рахіту, в плазмі крові знижений вміст кальцію. Поясніть, чи може це впливати на згортання крові і чому.

12. Поясніть, чому за умов гострого психічного стресу може статися інфаркт міокарда.

13. У людини уповільнений процес гемокоагуляції. Чи можна стверджувати, що причина лише в ослабленні дії згортальної системи крові?

14. Двом тваринам вводять внутрішньовенно однакові кількості тромбіну. Одній введення проводять відразу і всю дозу. Другій введення здійснюють повільно у вигляді добових порцій. Одна з тварин гине. Поясніть, яка і чому.

15. Поясніть, чому за наявності в судинах атеросклеротичного процесу підвищується ймовірність утворення тромбу всередині судини?

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. 1) За умов дефіциту вітаміну К знижена продукція вітамін-К-залежних факторів згортання крові (в першу чергу — протромбіну). Це порушує процес згортання, що виявляється в умовах незначного дефіциту.

2) У даній ситуації необхідно призначити аналізи, що дозволяють оцінити здатність крові згущуватися.

3) Рекомендувати даній пацієнтці включити в раціон харчування тваринні та рослинні жири, які сприяють всмоктуванню вітаміну К у товстій кишці.

2. Хлористий кальцій додають до цитратної крові для того, щоб: а) протидіяти впливу цитрату натрію; б) запобігти порушенню рівноваги в крові іонів  $\text{K}^+$  і  $\text{Ca}^{2+}$ ; в) нормалізувати здатність крові згущуватися.

3. Оскільки плазмін є головним агентом діючої фібринолітичної системи, додавання ЕАКК викличе затримку розчинення фібрину, що сприятиме тромбоутворенню.

4. Протромбіновий індекс дорівнює відношенню протромбінового часу досліджуваної людини до протромбінового часу здорової людини. У нормі протромбіновий індекс коливається в межах 90–100 %. Його визначення має важливе клінічне значення, особливо під час корекції часу згортання у людей, які страждають на тромбофлебіт, інфаркт міокарда тощо. Показник характеризує інтенсивність протромбінового комплексу в крові людини.

5. Це схема каскаду реакцій за умов утворення протромбінази і тромбіну (I і II фази згортання крові). Внутрішній механізм. Ланки, яких бракує: 1 — контакт із чужорідною поверхнею, 2 — IX–IX<sub>a</sub>. Процес триватиме до утворення фібрину.

6. Схема фібринолізу. Ланки, яких бракує, — плазмін, поліпептиди.

7. Вірна схема А.

8. У цієї людини можна чекати порушення процесу згортання крові, оскільки за умов цирозу порушуються функції печінки, яка бере участь у продукції багатьох факторів згортання крові. Час згортання повинен зростати.

9. Тромбоцитопенія. Оскільки тромбоцити беруть активну участь у всіх фазах згортання крові, слід чекати збільшення часу згортання.

10. Час згортання відповідає нормі.

11. Здатність крові згущуватися знизиться, оскільки  $\text{Ca}^{2+}$  є активним і необхідним компонентом системи гемостазу.

12. Стрес супроводжується різким збудженням СНС і підвищенням здатності крові згущуватися. Останнє може призвести до тромбозу коронарних судин, особливо на тлі їх сильного спазму.

13. Можливо, що у людини згортальна система працює нормально, але за певних причин надзвичайно зросла активність протизгортальної системи, що і призвело до уповільнення згортання.

14. Тромбін — фактор згортання. За умов його штучного введення згортання прискорюється, у відповідь активізується протизгортальна система. Під час введення тромбіну дрібними порціями ця система встигає впоратися з додатковим навантаженням, а під час швидкого введення великої дози — ні, тому гине перша тварина.

15. Атеросклеротичні бляшки роблять поверхню судин жорсткішою, змінюють її властивості. Це підвищує ймовірність руйнування тромбоцитів і еритроцитів, що є поштовхом до початку процесу гемокоагуляції.

## 7.5. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ГРУП КРОВІ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання вчення про групи крові необхідне для розуміння принципів переливання крові та методів проведення проб сумісності перед переливанням.

*Мета заняття.* Знати:

1. Характеристику групових систем крові.
2. Фізіологічні механізми, які лежать в основі проведення проб перед переливанням крові.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Види антигенних систем крові та їх характеристика.
2. Клінічне значення антигенних систем АВ0 і Rh.
3. Умови розвитку реакції гемаглютинації.
4. Сучасні вимоги до переливання крові.
5. Проби перед переливанням крові, їх послідовність.
6. Визначення груп крові за системою АВ0 за допомогою стандартних сироваток і цоліклонів.
7. Визначення резус-належності, значення за умов вагітності та під час переливання крові.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перелічіть антигенні системи крові.
2. Напишіть номенклатурні назви груп крові антигенних систем АВ0 і Rh.

3. Опишіть характеристики аглютинінових систем АВ0 і Rh.

4. Опишіть методики визначення груп крові за системою АВ0.

5. Опишіть методики визначення Rh-належності людини і визначення антитіл Rh<sup>-</sup> у крові резус-негативних людей.

6. Опишіть проби, які необхідно проводити, перш ніж перелити кров.

7. Охарактеризуйте стандартні сироватки і цоліклони.

8. Запишіть можливі реакції під час визначення груп крові за допомогою стандартних сироваток і цоліклонів.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Визначення групи крові за системою АВ0 за допомогою стандартних сироваток.

2. Визначення групи крові за системою АВ0 за допомогою цоліклонів.

3. Визначення груп крові за системою Rh (D) за допомогою анти-D-моноклональних антитіл.

4. Експрес-методика визначення груп крові за системою АВ0 + D за допомогою моноклональних антитіл.

5. Ознайомлення із заходами, що проводяться перед переливанням крові.

### *Методика визначення груп крові за системою АВ0 за допомогою стандартних сироваток*

Стандартні сироватки — це очищена у фабричних умовах плазма донорів різних груп крові, що не містить фібриногену, з високою концентрацією антитіл до одного або кількох антигенів однієї групової системи.

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, дві скляні палички, стандартні сироватки I–IV груп, планшет із нанесеними на нього позначками аглютинінів сироваток і спеціальними заглибленнями, ватні кульки, спирт, спеціальний капіляр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* На поверхню кожного заглиблення відповідно до позначок наносять велику краплю стандартної сироватки відповідної групи (дві серії кожної групи в два ряди). Для взяття сироваток з ампул застосовують спеціальні скляні палички. Не можна допускати змішування сироваток. Отримують кров з пальця і чистим кінцем палички вносять краплю крові (у 10 разів меншу за об'ємом) до кожної з крапель сироваток. Для кожної краплі крові використовують інші (чисті) скляні палички. Злегка похитуючи тарілку протягом 5 хв, спостерігають за краплями. Аглютинація помітна у формі дрібних червоних крупинок, що поступово збільшуються в розмірах на тлі суміші, що яснішає. На 4-й хвилині до кожної краплі, де спостерігається аглютинація, додають краплю фізіологічного розчину. На основі наявності або відсутності аглютинації роблять висновок про групу досліджуваної крові. Група 0 (I) містить лише аглютиніни  $\alpha$  і  $\beta$ , група A (II) — аглютиніногени A і аглютиніни  $\beta$ , група B (III) — аглютиніногени B і аглютиніни  $\alpha$ , гру-

па АВ (IV) — аглютиніногени А і В, аглютининів немає.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати отримані результати визначення досліджуваної групи крові:

1. Якщо аглютинація не спостерігається в жодній із досліджуваних крапель, це свідчить про відсутність аглютиніногенів у Ер досліджуваної крові, отже, кров належить до групи I (0).

2. Якщо аглютинація сталася з сироватками I і III груп, які містять відповідно аглютиніни  $\alpha$ - $\beta$  і  $\alpha$ , а сироватки II і IV груп дали негативний результат, то Ер досліджуваної крові містять аглютиніногени А, ця кров належить до II (A) групи.

3. Якщо аглютинація сталася з сироватками I і II груп, а сироватки III і IV груп дали негативний результат, то Ер досліджуваної крові містять аглютиніноген В, кров належить до III (B) групи.

4. Якщо аглютинація сталася з сироватками I, II, III груп, які містять відповідно аглютиніни  $\alpha$ - $\beta$ ,  $\beta$ - $\alpha$ , а сироватка IV групи дала негативний результат, то Ер досліджуваної крові містять як аглютиніноген А, так і аглютиніноген В. Отже, досліджувана кров належить до IV (AB) групи (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

**Групи крові**

Аглютиніногени еритроцитів	Аглютиніни сироваток				Група крові
	$\alpha$ - $\beta$	$\beta$	$\alpha$	0	
—	—	—	—	—	0 $\alpha\beta$ (I)
A	+	—	+	—	A $\beta$ (II)
B	+	+	—	—	B $\alpha$ (III)
AB	+	+	+	—	AB (IV)

*Можливі помилки під час визначення груп крові:*

1. Відсутність аглютинації може спостерігатися внаслідок:

- помилкового співвідношення кількості досліджуваної крові та стандартної сироватки;
- слабого титру стандартних сироваток;
- гемолізу еритроцитів досліджуваного;
- визначення проводилося за умов високої температури довкілля (більше 25 °C) за термін менше 5 хв.

2. Разом із відсутністю аглютинації у деяких випадках може фіксуватися помилкова аглюти-

нація. Крайова аглютинація спостерігається під час підсихання крапель, якщо час визначення групи крові перевищує 5 хв. Холодова аглютинація відбувається, якщо визначення проводять при температурі нижче 15 °C. Під час додавання підігрітого до кімнатної температури фізіологічного розчину холодова аглютинація зникає. Бактерійна аглютинація — агрегація Ер навколо бактерій, що може спостерігатися під час роботи з недоброякісними сироватками.

**Методика визначення груп крові за системою ABO з використанням цоліклонів**

Цоліклони Анти-А і Анти-В — це специфічні імуноглобуліни, тобто антитіла (аглютиніни) до групових антигенів А і В, які утворюються одноклональними В-лімфоцитами у відповідь на введення антигенів А або В. Вони мають сувору специфічність, тобто не приводять до неспецифічної поліаглютинації еритроцитів. Ця властивість забезпечує їх перевагу перед стандартними сироватками, які складно очистити від інших антитіл і відповідно запобігти неспецифічним реакціям з антигенами досліджуваної крові.

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, скляна паличка, цоліклони Анти-А (рожевого кольору), цоліклони Анти-В (синього кольору), стандартні Ер I–IV груп, планшет, бавовняні кульки, спирт.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Цоліклони Анти-А і Анти-В наносять на планшет по одній великій краплі (0,1 мл) під відповідними написами: Анти-А і Анти-В. Поряд із краплями антитіл наносять досліджувану кров (з великою кількістю Ер — перші краплі з пальця або вільні Ер з осаду крові, що згорнувся) по одній маленькій краплі, яка в 10 разів менша від краплі антитіл (0,01 мл). Сухою скляною паличкою змішують краплі крові й антитіл, змінюючи кінець палички перед розмішуванням кожної краплі. Спостерігають за ходом реакції, похитуючи планшет протягом 2,5 хв. Позитивний результат спостерігається за умов виникнення реакції аглютинації й утворення пластівців еритроцитів і антитіл, що склеюються. Негативний результат спостерігається за відсутності реакції аглютинації. Аглютинація зазвичай настає за перших 3–5 с. За наявності в крові слабких антигенів А або В аглютинація може спостерігатися протягом 2,5 хв.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати отримані результати визначення досліджуваної групи крові у вигляді табл. 7.5.

Таблиця 7.5

**Результати визначення групи крові**

№ з/п	Реакція досліджуваних Ер з цоліклоном Анти-А і Анти-В		Реакція досліджуваної плазми (сироватки) із стандартними Ер груп		Досліджувана кров належить до групи
	Анти-А	Анти-В	A (II)	B (III)	
1	—	—	+	+	0 (I)
2	+	—	—	+	A (II)
3	—	+	+	—	B (III)
4	+	+	—	—	AB (IV)

1. Якщо аглютинація не спостерігається в жодній з досліджуваних крапель, це свідчить про відсутність аглютиніногенів в Ер досліджуваної крові, отже, кров належить до групи I (0). Це підтверджується наявністю аглютининів  $\alpha$  і  $\beta$  в досліджуваній плазмі (сироватці) за результатами позитивної реакції аглютинації із стандартними Ер груп A (II) і B (III).

2. Якщо аглютинація сталася лише з цоліклоном Анти-А, досліджувані Ер належать до групи A (II). Це підтверджується наявністю аглютининів  $\beta$  в досліджуваній плазмі (сироватці) за результатами позитивної реакції аглютинації зі стандартними Ер груп B (III).

3. Якщо аглютинація сталася лише з цоліклоном Анти-В, досліджувані Ер належать до групи B (III). Це підтверджується наявністю аглютининів у досліджуваній плазмі (сироватці) за результатами позитивної реакції аглютинації зі стандартними Ер груп A (II).

4. Якщо аглютинація сталася як з цоліклоном Анти-А, так і з цоліклоном Анти-В, досліджувані Ер належать до групи АВ (IV). Це підтверджується відсутністю аглютининів у досліджуваній плазмі (сироватці) за результатами негативної реакції аглютинації зі стандартними Ер груп A (II) і B (III).

#### **Методика визначення груп крові за системою Rh (D) за допомогою анти-D-моноклональних антитіл**

Для роботи необхідні: скарифікатори, скляна паличка, анти-D-моноклональні антитіла, планшет, бавовняні кульки, спирт, спеціальний капіляр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* На тарілку нанести 1 краплю анти-D-моноклональних антитіл і 1 краплю досліджуваної крові у співвідношенні 10 : 1, змішати скляною паличкою і спостерігати впродовж 2,5 хв. Після закінчення даного часу в краплі крові з позитивними до Rh еритроцитами спостерігається аглютинація, наявність якої оцінюється візуально. Наявність аглютинації вказує на те, що зразок досліджуваної крові позитивний щодо резусу. Якщо крапля суміші залишається рівномірно забарвленою і не спостерігаються ознаки аглютинації, досліджувана кров є негативною до резусу.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати отримані результати визначення досліджуваної групи крові.

#### **Експрес-методика визначення груп крові за системою АВ0 + D за допомогою моноклональних антитіл**

Методика рекомендується для визначення груп крові за системою A, B, 0 і Rh (D) за умов необхідності визначення групи крові безпосередньо перед переливанням. Результати на картках можуть зберігатися у місці визначення за умов кімнатної температури.

*Для роботи необхідні:* скарифікатори, бавовняні кульки, спирт, 0,9%-й розчин натрію хлориду, дозувальні піпетки, дві скляні палички, картки з моноклональними антитілами.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* За допомогою дозувальних піпеток помістити одну краплю 0,9%-го розчину натрію хлориду і одну краплю крові в зони визначення й автоконтролю. За допомогою чистих кінців скляних паличок ретельно змішати кров із висушеними антисироватками в кожному полі до утворення гомогенної реакційної маси. Коловими рухами картки протягом 30 с добитися перемішування реакційної суміші та здійснення реакції.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Записати отримані результати визначення досліджуваної групи крові. Залишити картку за кімнатної температури до повного висихання. Після висихання для адекватного довготривалого зберігання накрити картку прозорою самоклеючою плівкою.

*Заходи, що проводяться перед переливанням крові:*

1. Визначення групової сумісності крові реципієнта і донора.
2. Визначення індивідуальної сумісності крові реципієнта і донора.
3. Визначення сумісності крові реципієнта і донора за системою Rh (D).
4. Визначення біологічної сумісності крові реципієнта і донора.

Переливання крові починають з біологічної проби, яку виконують таким чином: струминно переливають 10–15 мл крові (еритроцитарної маси, суспензії, плазми), потім упродовж 3 хв спостерігають за станом реципієнта. За відсутності характерних ознак несумісності (прискорення пульсу і дихання, затримка дихання, гіперемії обличчя, зниження АТ тощо) повторно вводять 10–15 мл крові (еритроцитарної маси, суспензії, плазми) і впродовж 3 хв спостерігають за станом реципієнта. Цю процедуру повторюють тричі. Відсутність реакції після триразової перевірки дає право продовжувати переливання. У разі несумісності крові необхідно негайно припинити її введення, аби запобігти розвитку гемотрансфузійного шоку.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Резус-конфлікт під час вагітності виникає за таких умов:

- A. Наявність резус-фактора у матері та відсутність у батька і плода
- B. Наявність резус-фактора в матері і плода за його відсутності у батька
- C. Відсутність резус-фактора в матері, батька, плода
- D. Наявність резус-фактора у батька і плода за його відсутності у матері
- E. Наявність резус-фактора в матері, батька і плода

2. Жінка надійшла до клініки з діагнозом вагітність 11–18 тиж. Загроза переривання. Яка вірогідна причина стану даної людини?

- A. Мати Rh<sup>+</sup>, батько і плід Rh<sup>-</sup>  
 B. Мати і плід Rh<sup>+</sup>, батько Rh<sup>-</sup>  
 C. Мати, батько і плід Rh<sup>-</sup>  
 D. Мати Rh<sup>-</sup>, батько і плід Rh<sup>+</sup>  
 E. Мати, батько і плід Rh<sup>+</sup>
3. Властивості Rh-аглютиніну, за винятком:  
 A. З'являється після сенсibilізації  
 B. Є неповним антитілом  
 C. Проникає крізь плацентарний бар'єр  
 D. Склеює D-аглютиногени  
 E. Належить до фракції γ-глобулінів
4. У результаті лікарської помилки людині з резус-негативною кров'ю зроблено вперше переливання резус-позитивної крові. Яка реакція крові?  
 A. Склеювання еритроцитів донора  
 B. Склеювання еритроцитів реципієнта  
 C. Формування антирезус-аглютининів  
 D. Агрегація тромбоцитів  
 E. Гемоліз еритроцитів донора
5. У результаті лікарської помилки людині з резус-негативною кров'ю зроблено повторне переливання резус-позитивної крові. Яка реакція на переливання несумісної крові?  
 A. Склеювання еритроцитів донора  
 B. Склеювання еритроцитів реципієнта  
 C. Утворення антирезус-аглютининів  
 D. Агрегація тромбоцитів  
 E. Гемоліз еритроцитів донора
6. Людині після операції для компенсації крововтрати необхідно перелити 400 мл крові. Яку кров краще використовувати, якщо у неї III група Rh<sup>-</sup>?  
 A. Еритроцитарну масу  
 B. Донорську кров III групи Rh<sup>+</sup>  
 C. Донорську кров I групи Rh<sup>-</sup>  
 D. Донорську кров III групи Rh<sup>+</sup>  
 E. Донорську кров III групи Rh<sup>-</sup>
7. До реанімаційного відділення надійшла людина з кровотечею. Для термінового відновлення ОЦК їй необхідно перелити плазмозамінний розчин. Який з нижчеперерахованих є найбільш доцільним?  
 A. 0,9%-й розчин NaCl  
 B. 5,0%-й розчин глюкози  
 C. 40%-й розчин глюкози  
 D. 0,65%-й розчин NaCl  
 E. 1,2%-й розчин KCl
8. Через який час після першого потрапляння в організм крові іншої групи нагромаджується достатня концентрація антитіл?  
 A. 2–3 тиж.  
 B. 1 день  
 C. 2–3 дні  
 D. 1 тиж.  
 E. 1 міс.
9. Rh<sup>-</sup>-аглютиніни:  
 A. Усі відповіді вірні  
 B. Є неповними антитілами  
 C. Проникають крізь плацентарний бар'єр  
 D. Склеюють D-аглютиногени  
 E. З'являються після сенсibilізації
10. Жінка 29 років. Вагітність 11–32 тиж., перебігає нормально. Мати Rh<sup>+</sup>, плід Rh<sup>-</sup>. Як пояснити нормальний перебіг вагітності в даному випадку?  
 A. Плід не здатний продукувати антитіла  
 B. Плацентарний бар'єр непроникний для Ер плода  
 C. Плацентарний бар'єр непроникний для Ер матері  
 D. Плацентарний бар'єр непроникний для анти-резус-аглютининів  
 E. Низький титр анти-резус-аглютининів не викликає склеювання Ер

### Відповіді

1.D, 2.D, 3.D, 4.C, 5.A, 6.E, 7.A, 8.A, 9.A, 10.A.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Які сучасні уявлення про показання до переливання крові?  
 A. Заміщення крововтрати  
 B. Стимуляція захисних сил організму  
 C. Зупинка кровотечі  
 D. Зменшення інтоксикації  
 E. Паренетеральне живлення
2. Як проводиться біологічна проба на сумісність?  
 A. Тричі після переливання 15–20 мл однієї групи крові з інтервалом 3 хв  
 B. Один раз після переливання 20 мл однієї групи крові  
 C. Двічі після переливання 15–20 мл однієї групи крові з інтервалом 3 хв  
 D. Двічі після переливання 15–20 мл однієї групи крові з інтервалом 5 хв  
 E. Два рази після переливання 20–25 мл однієї групи крові з інтервалом 3 хв
3. Аглютиногенну специфічність Ер I (0) групи крові системи АВ0 можна охарактеризувати:  
 A. Аглютиноген А  
 B. Аглютиноген В  
 C. Аглютиноген Н  
 D. Аглютиногени А і В  
 E. Відсутність аглютиногенів
4. Найчастіше причиною гемотрансфузійних ускладнень у клініці є:  
 A. Несумісність за груповими факторами системи АВ0  
 B. Несумісність за Rh<sup>-</sup>-фактором  
 C. Несумісність за антитілами інших груп крові  
 D. Переливання великих кількостей крові  
 E. Прямі переливання крові

5. Який можливий результат у разі неправильного вибору і змішування донорських Ер з плазмою реципієнта?

- A. Відсутність аглютинації
- B. Аглютинація еритроцитів донора
- C. Гемоліз еритроцитів
- D. Аглютинація еритроцитів реципієнта
- E. Агрегація тромбоцитів

6. Який можливий результат у разі змішування донорських еритроцитів групи I (0) з плазмою реципієнта групи III (B)?

- A. Аглютинація еритроцитів донора
- B. Відсутність аглютинації
- C. Гемоліз еритроцитів
- D. Аглютинація еритроцитів реципієнта
- E. Агрегація тромбоцитів

7. Який можливий результат у разі змішування донорських еритроцитів групи III (B) з плазмою реципієнта групи I (0)?

- A. Відсутність аглютинації
- B. Аглютинація еритроцитів донора
- C. Гемоліз еритроцитів
- D. Аглютинація еритроцитів реципієнта
- E. Агрегація тромбоцитів

8. A (II) група крові за системою АВ0 включає:

- A. Аглютиніни  $\alpha$  і  $\beta$
- B. Антигени A і B
- C. Антиген B і аглютинін  $\alpha$
- D. Антиген A і аглютинін  $\beta$
- E. Нічого з вищепереліченого

9. АВ (IV) група крові за системою АВ0 включає:

- A. Аглютиніни  $\alpha$  і  $\beta$
- B. Антиген A і аглютинін  $\beta$
- C. Антиген B і аглютинін  $\alpha$
- D. Антигени A і B
- E. Нічого з вищепереліченого

10. 0 (I) група крові за системою АВ0 включає:

- A. Аглютиніни  $\alpha$  і  $\beta$
- B. Антиген A і аглютинін  $\beta$
- C. Антиген B і аглютинін  $\alpha$
- D. Антигени A і B
- E. Нічого з вищепереліченого

### Відповіді

1.A, 2.A, 3.C, 4.A, 5.B, 6.B, 7.B, 8.D, 9.D, 10.A.

### Ситуаційні завдання

1. Пацієнтові К. (28 років) за медичними показаннями необхідне переливання крові. Під час визначення групової і Rh-належності крові пацієнта з'ясовано: кров II (A) Rh<sup>+</sup>. Враховуючи результати лабораторних аналізів, людині було перелито 150 мл крові групи II (A) Rh<sup>+</sup>. Проте через 40 хв після переливання у хворого виникли гемотрансфузійні реакції: підвищилася температура до 38 °С, дихання і пульс почастишали, з'явилися задишка, озноб, головний біль, болі в попереку; АТ = 160/100 мм рт. ст. Поясніть:

1) Які ймовірні причини гемотрансфузійних реакцій?

2) Що необхідно було зробити, аби запобігти подібній реакції організму?

3) Назвіть правила переливання крові.

2. За медичними показаннями людині потрібне переливання 200 мл суцільної крові. При визначенні групової належності крові пацієнта — позитивна реакція, тобто аглютинація еритроцитів спостерігалася з цоліклоном Анти-В і негативна — з цоліклоном Анти-А. Визначення резус-фактора за експрес-методом з допомогою цоліклону анти-D показало наявність аглютинації. Поясніть:

1) До якої групи крові за схемою АВ0 належить досліджувана кров?

2) Дайте рекомендації за групою (за системою АВ0) і резус-належністю донорської крові, яку необхідно перелити пацієнтові.

3) Перелічіть правила переливання крові.

3. Перед проведенням операції у пацієнта визначили групову і резус-належність крові. При визначенні групової належності крові реакція аглютинації спостерігалася з цоліклоном Анти-А і Анти-В. Визначення Rh-належності за допомогою експрес-методу з використанням цоліклону анти-D показало відсутність реакції аглютинації. Поясніть:

1) Яка група крові і резус-належність у пацієнта?

2) Яку кров треба мати на випадок можливого переливання під час операції?

3) Які ще проби проводять перед гемотрансфузією (переливанням крові)?

4. Поясніть, які групи крові можна перелити пацієнтові, якщо аглютинація його Ер сталася в стандартній сироватці 0 (I) і B (III) груп.

5. Поясніть, яка група крові у пацієнта, якщо аглютинація його еритроцитів сталася в стандартних сироватках 0 (I), A (II) і B (III) груп.

6. Кров батька Rh<sup>+</sup>, матері Rh<sup>-</sup>. Перша вагітність. Поясніть, чи існує небезпека Rh-конфлікту матері і плода, якщо плід має Rh<sup>+</sup> кров.

7. Батько має Rh<sup>-</sup> кров, мати Rh<sup>+</sup>. У плода резус-фактора немає. Поясніть, чи існує небезпека резус-конфлікту матері і плода.

8. Людині з Rh<sup>-</sup> кров'ю за життєвими показаннями перелили свіжу кров першої групи. Людина загинула за умов гемотрансфузійного шоку. Поясніть, що стало причиною смерті. У чому полягала помилка лікаря?

9. Жінка з Rh<sup>-</sup> кров'ю вагітна Rh<sup>+</sup> плодом. Вагітність перша. Дитина народилося здоровою. Через кілька місяців після пологів за життєвими показаннями жінці була перелита одногрупна за системою АВ0 кров, проте жінка загинула за умов гемоперфузійного шоку. Поясніть, що могло стати його причиною.

10. Під час дослідження групової належності крові у людини аглютинація сталася у стандартних сироватках A (II) і B (III) груп і відсутня у сироватці I групи. Зробіть висновок і поясніть.

11. Людині з АВ (IV) групою перелито більше 3 л крові 0 (I) груп. Після переливання крові у неї виникла жовтяниця і різко зросла концентрація зв'язаного білірубину в крові. Поясніть механізм цього явища.

12. У матері, що має Rh<sup>-</sup> кров, перша вагітність призвела до Rh-конфлікту. Поясніть, чому це могло статися.

13. У лікарню надійшла людина з великою крововтратою, об'єм якої більше 0,5 л. Група крові людини А (II) Rh<sup>-</sup>. У розпорядженні лікаря є ампули з такими групами крові: 0 (I) Rh<sup>-</sup>, А (II) Rh<sup>-</sup>, А (II) Rh<sup>+</sup>. Поясніть, яку кров необхідно перелити за цих умов?

14. Під час переливання людині з групою крові В (III) Rh<sup>-</sup> тієї ж групи крові в кількості 0,5 л спостерігалися нудота і збліднення шкіри. Поясніть спостережуване явище.

15. Чоловік і дружина мають відповідно кров 0 (I) і АВ (IV) груп. У справі за встановленням батьківства дитини обоє стверджують, що дана дитина не може бути їхньою, оскільки у неї інша група крові, а ось дівчинку, що має кров четвертої групи, вони готові визнати своєю. Ваша думка з цього приводу?

16. У сім'ї троє дітей, і всі мають кров різної групи: А, В (III), АВ (IV). Поясніть, чи можуть вони бути рідними братами і сестрами.

17. У сина кров 0 (I) групи, у батька В (III). Поясніть, чи може матір мати В (III) групу крові.

18. У новонародженої дитини шкірні покриви забарвлені в жовтий колір. Поясніть, з чим це може бути пов'язано. Як перевірити Ваше припущення?

19. Поясніть, яка група крові може бути у дитини, якщо мати має кров А (II) групи, а батько — В (III)?

20. Поясніть, яка група крові може бути у дитини, якщо в матері 0 (I), а у батька — А (II) групи крові.

21. Чи може 0 (I) група крові бути у дитини, якщо і мати, і батько мають кров В (III) групи?

22. На яку групу крові можна чекати у дитини, якщо в матері 0 (I), а у батька — В (III) групи крові?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) Імовірно, причиною гемотрансфузійної реакції стала біологічна несумісність крові донора і реципієнта.

2) Аби запобігти подібній реакції організму, необхідно було провести пробу на біологічну сумісність.

3) Під час переливання крові необхідно дотримуватися таких правил:

— до переливання визначаються групова належність і резус-фактор крові донора і реципієнта, переливають кров однієї групи;

— перед гемотрансфузією (переливанням крові) проводять пробу на біологічну сумісність;

— у разі відсутності реакції аглютинації під час проведення біологічної проби проводять тест на індивідуальну сумісність: вводять реципієнтові 10 мл донорської крові і протягом 10–15 хв

спостерігають за станом пацієнта, за відсутності скарг і реакцій з боку організму розпочинають переливання крові;

— кров переливається в обмеженій кількості (не більше 150 мл).

2. 1) Досліджувана кров за системою АВ0 належить до III (В) групи Rh<sup>+</sup> крові.

2) Згідно з правилами переливання крові, для даного реципієнта можна використовувати кров донора III (В) групи Rh<sup>+</sup> або Rh<sup>-</sup>.

3) Під час переливання крові необхідно дотримуватися вищеперелічених правил.

3. 1) Досліджувана кров за системою АВ0 належить до IV (АВ) групи Rh<sup>-</sup> крові.

2) За правилами переливання крові для даного реципієнта можна використовувати кров донора (АВ) групи лише Rh<sup>-</sup>.

3) Перед гемотрансфузією проводять пробу на біологічну сумісність. При проведенні проби важливо дотримуватися пропорції змішуваних об'ємів крові донора і реципієнта. У разі відсутності реакції аглютинації під час біологічної проби проводять тест на індивідуальну сумісність: вводять реципієнтові 10 мл донорської крові і протягом 10–15 хв спостерігають за станом пацієнта, за відсутності скарг і реакцій з боку організму починають переливання крові (не більше 150 мл).

4. У сироватці 0 (I) і В (III) груп крові містяться загальні β-аглютиніни, отже, в еритроцитах досліджуваної крові є В-аглютиніноген. Значить, група крові пацієнта В (III) і йому можна переливати кров III групи.

5. У пацієнта кров АВ (IV) групи, оскільки в ній містяться обидва аглютиніногени — А і В.

6. Небезпека резус-конфлікту існує в тому випадку, якщо матері до вагітності переливали резус-позитивну кров і ще до настання першої вагітності відбулася резус-імунізація. Тоді антитіла материнської крові можуть потрапляти в кров плода і спричинювати гемоліз його резус-позитивних еритроцитів. Плід може загинути або народитися з гемолітичною хворобою.

7. Небезпеки немає. Якщо резус-антиген матері і потрапить у кров плода, то імунізації не станеться, оскільки у плода імунокомпетентні органи ще не розвинені.

8. Слід припустити, що причиною смерті могло бути переливання резус-позитивної крові людині, якій раніше вже така кров переливалася, отже, в організмі якої є резус-антитіла. Помилка лікаря полягає в тому, що він, мабуть, забув запитати людину про попередні переливання і не визначив резус-належність крові донора і реципієнта.

9. Причиною смерті в даному випадку стало переливання пацієнтці хоча і однієї групи крові, за системою АВ0, але резус-позитивної. У результаті резус-імунізації, що сталася під час вагітності резус-позитивним плодом, за умов переливання виник резус-конфлікт, що закінчився гемолізом еритроцитів донора і смертю пацієнтки від гемотрансфузійного шоку.

10. Якщо аглютинація еритроцитів сталася в стандартній сироватці А (II) і В (III) груп, це оз-

начає, що в доданих еритроцитах є і А, і В аглютиніногени. У цьому випадку в сироватці 0 (I) групи теж має бути аглютинація. Її відсутність свідчить про помилку під час визначення групової належності крові або про непридатність однієї з сироваток. Необхідно повторити аналіз з сироватками іншої серії.

11. При переливанні великої кількості крові 0 (I) груп у крові людини з АВ (IV) групою концентрація введених аглютининів виявилася достатньою для того, щоб викликати аглютинацію, а потім і гемоліз еритроцитів реципієнта. Це спричинило зростання концентрації білірубину в крові й ознаки жовтяниці.

12. Імовірно, матері колись була перелита резус-позитивна кров і у неї в організмі знаходилися антирезус-антитіла.

13. Під час переливання великих кількостей крові слід використовувати лише одногрупну кров, оскільки при введенні різних груп крові в організм реципієнта з кров'ю донора надходить велика кількість аглютининів, які можуть спричинити гемоліз власних еритроцитів людини. Отже, цій людині необхідно перелити А (II) резус-негативну кров.

14. Таке явище може спостерігатися в разі переливання крові, що довго зберігалася.

15. У даному випадку дитина, що має АВ (IV) групу крові, не є дочкою цих людей, а ось хлопчик може бути їх сином, оскільки за законами спадкування ознак (А і В аглютиніногенів) у батьків з 0 (I) і АВ (IV) групами крові діти можуть мати лише А (II) або В (III) групу крові.

16. Можуть. Мабуть, у батьків А (II) і АВ (IV) групи крові.

17. Може, якщо у батька алелі В.

18. Жовтяниця у новонародженого може виникнути за рахунок гемолізу еритроцитів у результаті резус-конфлікту матері і плода. Це припущення можна перевірити аналізом крові дитини і матері на резус-фактор.

19. Усе залежить від того, які алелі мають гамети за цими ознаками. У групі А можуть бути алелі АТ і АА, у групі В — В і ВВ. Залежно від комбінацій цих пар дитина може мати 0 (I), А, В (III) або АВ (IV) групи крові.

20. Якщо у батька в гаметах алелі А<sub>0</sub>, то у дитини може бути 0 (I) або А група крові, а якщо алелі АА — то лише А (I) група.

21. Може, якщо і в матері, і у батька алелі А<sub>0</sub>.

22. У цьому випадку можна очікувати у дитини кров III (B) або 0 (I) груп.

## 7.6. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ФІЗІОЛОГІЇ СИСТЕМИ КРОВІ

*Мотиваційна характеристика теми.* Закріплення практичних навичок методів дослідження функціональних станів системи крові, які використовуються з метою діагностики та лікування в клініці, — необхідна умова для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Властивості та функції формених елементів і плазми крові.

2. Методики дослідження функціональних станів крові та їх клінічне застосування.

*Перелік практичних навичок з фізіології системи крові:*

1. Правила взяття крові у людини і приготування мазка крові.

2. Визначення об'ємного співвідношення плазми і формених елементів, його оцінка.

3. Визначення кількості еритроцитів у крові за допомогою лічильної камери Горяєва.

4. Визначення кількості гемоглобіну в крові за методом Салі.

5. Підрахунок кольорового показника крові та його оцінка.

6. Аналіз і оцінка гемограм людини.

7. Визначення кількості лейкоцитів у крові за допомогою лічильної камери Горяєва.

8. Визначення лейкоцитарної формули у мазку крові та її оцінка.

9. Аналіз і оцінка тромбоеластограми.

10. Аналіз і оцінка коагулограми.

11. Визначення часу згортання крові та його оцінка.

12. Визначення тривалості кровотечі за Дюком.

13. Визначення групи крові за системою АВ0 за допомогою стандартних сироваток.

14. Визначення групи крові за системою АВ0 за допомогою цоліклонів.

15. Визначення груп крові за системою Rh 0 (D) за допомогою анти-D-моноклональних антитіл.

16. Експрес-методика визначення груп крові за системою АВ0 + D за допомогою моноклональних антитіл.

17. Заходи, що проводяться перед переливанням крові.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Яка з нижчеперахованих функцій не є головною для плазми крові?

- А. Транспорт гормонів
- В. Підтримка розмірів еритроцитів
- С. Транспорт хіломікронів
- Д. Транспорт антитіл
- Е. Транспорт кисню

2. У нормі в крові людини:

- А. Еозинофіли є найпоширенішим типом лейкоцитів
- В. Лімфоцитів більше, ніж нейтрофільних лейкоцитів
- С. Максимальна концентрація заліза в Нв
- Д. Лейкоцитів більше, ніж еритроцитів
- Е. Тромбоцитів більше, ніж еритроцитів

3. Утворення нейтрофільних лейкоцитів і збільшення їх кількості відбувається під впливом:

- А. Інтерлейкіну-2
- В. Колонієстимулювального фактора гранулоцитів (КСФ-г)



- C. Еритропоетину
- D. Інтерлейкіну-4
- E. Інтерлейкіну-5

4. Нейтрофільні лейкоцити не містять:
- A. Актину
  - B. Вільних радикалів
  - C. Катепсина
  - D. Мієлопероксидази
  - E. Y-хромосоми

5. Який з перелічених білків плазми не синтезується в печінці?
- A. Ангіотензин
  - B. ІФР-I
  - C. Ангіотензин-II-перетворювальний фермент
  - D.  $\alpha_2$ -Макроглобулін
  - E. Фібриноген

6. Основна функція Ig A:
- A. Фіксація комплементу
  - B. Секреторний імунітет
  - C. Вивільнення гістаміну з базофільних лейкоцитів
  - D. Розпізнавання антигену  $\beta$ -клітинами
  - E. Жодна з перерахованих

7. Основна функція Ig D:
- A. Фіксація комплементу
  - B. Секреторний імунітет
  - C. Вивільнення гістаміну з базофільних лейкоцитів
  - D. Розпізнавання антигену  $\beta$ -клітинами
  - E. Жодна з перерахованих

8. Основна функція Ig E:
- A. Фіксація комплементу
  - B. Секреторний імунітет
  - C. Вивільнення гістаміну з базофільних лейкоцитів
  - D. Розпізнавання антигену  $\beta$ -клітинами
  - E. Жодна з перерахованих

9. Основна функція Ig G:
- A. Фіксація комплементу
  - B. Секреторний імунітет
  - C. Вивільнення гістаміну з базофільних лейкоцитів
  - D. Розпізнавання антигену  $\beta$ -клітинами
  - E. Жодна з перерахованих

10. Основна функція Ig M:
- A. Фіксація комплементу
  - B. Секреторний імунітет
  - C. Вивільнення гістаміну з базофільних лейкоцитів
  - D. Розпізнавання антигену  $\beta$ -клітинами
  - E. Жодна з перерахованих

**Відповіді**

- 1.E, 2.C, 3.B, 4.E, 5.C, 6.B, 7.D, 8.C, 9.A, 10.A.

**Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Що з нижчепереліченого більшою мірою визначає рівень загальної осмолярності крові?
- A. Рівень альбуміну в крові
  - B. Концентрація натрію хлориду в крові
  - C. Рівень глобулінів у крові
  - D. Рівень фібриногену
  - E. Нічого з перерахованого

2. У молекулі імуноглобуліну кількість легких ланцюжків порівняно з важкими:
- A. Більша
  - B. Менша
  - C. Така сама
  - D. Відсутні взагалі
  - E. Присутні лише важкі

3. Де в нормі максимальна концентрація CD4<sup>+</sup> глікопротеїнових рецепторів?
- A. На мембрані Т-хелперів
  - B. На мембрані Т-супресорів
  - C. На мембрані Т-кілерів
  - D. На мембрані цитотоксичних клітин
  - E. На мембрані  $\beta$ -клітин

4. Гематокрит 41 % означає, що в одиниці об'єму крові:
- A. 41 % гемоглобіну знаходиться в плазмі
  - B. 41 % від загального об'єму крові становить плазма
  - C. 41 % від загального об'єму крові становлять формені елементи
  - D. 41 % гемоглобіну знаходиться в еритроцитах
  - E. 41 % елементів крові становлять еритроцити

5. У якому з наведених випадків структура гемоглобіну, що утворюється, залишається нормальною, але його кількість зменшується?
- A. Хронічна крововтрата
  - B. Серпоподібноклітинна анемія
  - C. Гемолітична анемія
  - D. Таласемія
  - E. Трансфузійні ускладнення

6. До факторів, що не впливають на еритропоез, належать:
- A. Еритропоетин
  - B. Вітаміни групи B і фактор Кастла
  - C. Двовалентне залізо
  - D. Підвищення рівня фібриногену
  - E. Жоден із вищеперелічених

7. На еритропоез впливають:
- A. Еритропоетин
  - B. Гіпоксія
  - C. Фактор Кастла
  - D. Двовалентне залізо
  - E. Все вищеперелічене

8. Утворенню тромбоцитарної пробки передує:

- A. Ушкодження ендотелію
- B. Активація фактора Віллебранда
- C. Вазоконстрикція
- D. Зміна форми тромбоцитів
- E. Усе вищеперелічене

9. ШОЕ залежить від:

- A. Віку
- B. Статі
- C. Зміни білкових фракцій плазми
- D. Функціонального стану організму
- E. Усього вищепереліченого

10. До факторів згортальної системи належить усе, окрім:

- A. Іонів кальцію
- B. Плазмових факторів
- C. Тканинних факторів
- D. Антитромбіну III
- E. Жодного з вищеперелічених

### Відповіді

1.B, 2.C, 3.A, 4.C, 5.D, 6.D, 7.E, 8.E, 9.E, 10.D.

### Ситуаційні завдання

1. Як зміниться рН крові, якщо собаці ввести 300 мл 0,5 ммоль розчину глюкози?

2. У практично здорової жінки аналіз крові: ШОЕ 46 мм/год, фібриноген 6 г/л. Поясніть можливість причини таких показників крові.

3. Розгляньте електрофореграму крові. Укажіть, чи відповідає вона нормальному вмісту білкових фракцій крові? Електрофореграма: альбуміни — 64,5 %; глобуліни — 35,0 %;  $\alpha_1$  — 4,8 %;  $\alpha_2$  — 7,5 %;  $\beta$  — 9,0 %;  $\gamma$  — 14,6 %.

4. Поясніть, який із наведених нижче розчинів може бути використаний для внутрішньовенного введення людині як кровозамінник і чому. Склад розчину А: NaCl — 0,78 %; KCl — 0,03 %; CaCl<sub>2</sub> — 0,01 %; NaHCO<sub>3</sub> — 0,15 %; NaH<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> — 0,08 %; MgCl<sub>2</sub> — 0,005 %; глюкоза — 0,1 %. Склад розчину В: NaCl — 0,68 %; KCl — 0,03 %; CaCl<sub>2</sub> — 0,01 %; NaHCO<sub>3</sub> — 0,2 %; NaH<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> — 0,008 %; MgCl<sub>2</sub> — 0,001 %; глюкоза — 0,1 %.

5. Поясніть, як зміниться (збільшиться або зменшиться) осмотичний тиск плазми крові, якщо концентрація іонів Na<sup>+</sup> у плазмі становить 170 ммоль/л.

6. Розрахуйте, як зміниться осмотична і кислотна стійкість еритроцитів, якщо кількість ретикулоцитів у крові зростає удвічі.

7. Поясніть, чому під час тривалого вживання морської води людині загрожує загибель.

8. У шестимісячної дитини з двостороннім запаленням легенів виявлено декомпенсований ацидоз. Поясніть, що необхідно зробити, аби відновити рН.

9. Розгляньте представлений аналіз крові і дайте свій висновок: питома вага — 1,050; загальний білок — 77 г/л; цукор — 9,8 ммоль/л;

білірубін — 15 мкмоль/л; фібриноген — 3,9 г/л; рН — 7,4.

10. Кроликові щодня робили кровопускання по 10 мл. Через 2 тиж. концентрація Ер і Нб в крові кролика зросли. Поясніть причину.

11. У обстежуваного КП дорівнює 0,6. Поясніть, чи є це ознакою зниження в крові кількості Нб.

12. Підрахуйте об'єм одного Ер в новонародженого, якщо маса тіла дитини 3,6 кг, Нт — 70 %, а кількість Ер —  $4,5 \cdot 10^{12}$  /л.

13. Під час дослідження крові дитини виявлено: еритроцити —  $6 \cdot 10^{12}$  /л; Нб — 160 г/л; гематокрит — 65 %; лейкоцити —  $18 \cdot 10^9$  /л; загальний білок — 5,6 %. Ваше припущення про вік дитини, якщо відомо, що вона здорова.

14. У здорової дитини взято кров на аналіз. Під час підрахунку виявилось, що в 10 маленьких квадратиках камери Горяєва знаходиться 75 Ер. Розрахуйте, скільки їх в 1 л крові, якщо вона розбавлялася в 200 разів? Скільки приблизно років дитині?

15. Кількість Ер у дитини знизилася до  $4 \cdot 10^{12}$  /л, а об'єм їх зменшився до 77 мк<sup>3</sup>. Поясніть, у якому віці це спостерігається і з чим пов'язано.

16. У крові дитини виявлені лише сліди фетального гемоглобіну (HbF). На Вашу думку, скільки років цій дитині? Поясніть свою відповідь.

17. При дослідженні крові людини виявлено, що 80 % її Нб — НbF. Поясніть, кому належить кров.

18. У дитини 2 років такий аналіз крові: кількість Ер  $6 \cdot 10^{12}$  /л, Нт — 60 %. Поясніть, за умов яких станів можливі такі показники крові. Обґрунтуйте Вашу відповідь.

19. У шестимісячної дитини під час аналізу крові виявлена концентрація Нб 110 г/л, а кількість Ер —  $3,7 \cdot 10^{12}$  /л. Зробіть висновок і обґрунтуйте Вашу відповідь.

20. У людини із серпоподібноклітинною анемією Ер набувають видовженої форми у вигляді серпа. Здатність приєднувати O<sub>2</sub> за цих умов істотно не порушується. Поясніть, з чим пов'язані патологічні явища за цих умов.

21. В отруті деяких змій міститься фермент лецитиназа. Поясніть, чому укусу такої змії небезпечний для життя.

22. Під час спектрального аналізу Нб людини встановлено, що в крові багато карбоксигемоглобіну, але отруєнню чадним газом вона не піддавалася. Поясніть, з чим може бути пов'язане таке явище.

23. Злочинець, аби приховати сліди злочину, спалив закривавлений одяг жертви, проте судово-медична експертиза на підставі аналізу попелу встановила наявність крові на одязі. Поясніть, яким чином.

24. Поясніть, чи нормальний вміст Ер у крові, якщо концентрація Нб нормальна, а КП збільшений.

25. У здорової людини в 1 л крові міститься 150 г Нб і  $5,5 \cdot 10^{12}$  /л Ер. Розрахуйте середній вміст Нб в 1 Ер.

26. У здорової жінки в 1 л крові міститься 129 г Нb і  $4,7 \cdot 10^{12}$  Ер. Розрахуйте середній вміст Нb в 1 Ер.

27. Розрахувати середній об'єм Ер, якщо відомо, що Нt дорівнює 45 %, а концентрація Ер —  $5 \cdot 10^{12}$  /л.

28. Розрахувати середню концентрацію гемоглобіну в Ер, якщо відомі значення: концентрація Нb дорівнює 150 г/л, а Нt — 45 %.

29. Дайте висновок про стан еритроцитарного ростка крові за такими показниками: Ер —  $8,0 \cdot 10^{12}$  /л; Нb — 135 г/л; КП — 0,8; Нt — 60 %.

30. Зробіть висновок про стан еритроцитарного ростка крові за такими показниками у жінки: Ер —  $5,0 \cdot 10^{12}$  /л; Нb — 160 г/л; КП — 1,2; Нt — 50 %.

31. Зробіть висновок про стан еритроцитарного ростка крові за такими показниками у чоловіка: Ер —  $4,5 \cdot 10^{12}$  /л; Нb — 180 г/л; КП — 1,3; Нt — 55 %.

32. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: еритроцитоз, гіперхромія (гіпергемоглобінемія).

33. Наведіть приклад аналізу крові, за яким можна зробити такий висновок: гіперхромна анемія, лейкоцитоз.

34. Наведіть приклад аналізу крові за умов гіперхромної анемії.

35. Розрахуйте, скільки Нb міститься в крові, якщо кількість Ер дорівнює  $5 \cdot 10^{12}$  /л; КП — 1,1; кількість крові — 4,5 л.

36. Як змінюються у людини показники ШОЕ і гематокриту під час внутрішньовенного введення її великої кількості кровозамінників?

37. Поясніть, про що може свідчити поява великої кількості білірубину в крові.

38. У 1 л крові міститься  $6 \cdot 10^{12}$  еритроцитів. Скільки всього їх в циркулюючій крові, якщо 20 % всієї крові знаходиться в депо? Маса тіла — 80 кг.

39. Кількість Ер в 1 л крові  $5,5 \cdot 10^{12}$  /л, а концентрація Нb — 140 г/л. Визначте КП. Укажіть, чи відрізняється він від норми.

40. Розрахуйте КЄК у людини з масою тіла 70 кг, якщо концентрація Нb — 150 г/л, загальна кількість крові становить 7 % від маси тіла. Оцініть отримані результати.

41. Кількість Ер в 1 л крові  $4,0 \cdot 10^{12}$ , концентрація Нb — 120 г/л. Розрахуйте КП. Чи відрізняється він від норми?

42. В організмі циркулює  $30 \cdot 10^{12}$  еритроцитів. Визначити кількість Ер в 1 л крові у людини з масою тіла 80 кг за умови, що ОЦК у неї становить 80 % від усієї крові.

43. Під час спектрального аналізу Нb крові встановлено, що людина схильна до однієї з поширених шкідливих звичок — паління. Поясніть, як це встановили.

44. Обчисліть вміст Нb в одному Ер, якщо концентрація Нb — 133 г/л, а Ер —  $4 \cdot 10^{12}$  /л.

45. Щуру щодня робили кровопускання по 10 мл. Через 2 тиж. концентрація Ер і Нb в його крові зросли. Поясніть причину.

46. У людини КП дорівнює 0,6. Поясніть, чи є це ознакою зниження в крові кількості Нb?

47. У дитини 2 років такий аналіз крові: Ер  $5 \cdot 10^{12}$  /л, Нt — 60 %. Про що це свідчить? Поясніть можливі механізми.

48. Виявлено, що 80 % Нb становить НbF. Поясніть, кому належить ця кров.

49. В аналізі крові виявлено низький вміст Ер і високий КП. Яким у цьому випадку буде вміст Нb в крові (норма, вищий або нижчий за норму)?

50. При аналізі крові виявилось, що кількість Ер дорівнює  $2,3 \cdot 10^{12}$  /л, середній їх діаметр — 8,2 мкм, у деяких клітин — до 12 мкм. Поясніть, як називаються виявлені зміни і які можливі їх механізми.

51. Реципієнт отримав 1 л нормальної донорської крові. Розрахуйте, наскільки зросла киснева ємність його крові.

52. У випробовуваного вміст Нb в крові 150 г/л, маса тіла — 80 кг. Визначити, яка кількість кисню може бути зв'язана його кров'ю.

53. У 1 л крові міститься  $6 \cdot 10^{12}$  /л Ер. Розрахуйте, скільки всього їх в циркулюючій крові, якщо 20 % усієї крові знаходиться в кров'яних депо? Маса тіла 80 кг.

54. Зробіть висновок про стан лейкоцитарного відростка крові, якщо загальна кількість лейкоцитів  $3,5 \cdot 10^9$  /л, лейкоцитарна формула: еозинофілів — 0 %; базофілів — 3 %; юних нейтрофілів — 20 %; паличкоядерних нейтрофілів — 20 %; сегментоядерних нейтрофілів — 40 %; лімфоцитів — 25 %; моноцитів — 2 %.

55. Порахуйте лейкоцитарну формулу, якщо загальна кількість лейкоцитів  $6,0 \cdot 10^9$  /л, у тому числі еозинофілів —  $0,1 \cdot 10^9$  /л; базофілів —  $0,02 \cdot 10^9$  /л; нейтрофілів —  $6,0 \cdot 10^9$  /л; лімфоцитів —  $1,5 \cdot 10^9$  /л; моноцитів —  $0,38 \cdot 10^9$  /л. Оцініть результати даного аналізу крові.

56. Зробіть висновок за аналізом крові та розрахуйте середній вміст Нb в Ер: еритроцити —  $1,8 \cdot 10^{12}$  /л; гемоглобін — 71 г/л; КП — 1,2; ШОЕ — 38 мм/год; лейкоцити —  $3,7 \cdot 10^9$  /л.

57. Зробіть висновок за аналізом крові та розрахуйте середній вміст Нb в Ер: еритроцити —  $3,6 \cdot 10^{12}$  /л; гемоглобін — 120 г/л; КП — 1,0; ШОЕ — 28 мм/год; лейкоцити —  $17,5 \cdot 10^9$  /л.

58. Зробіть висновок за аналізом крові та розрахуйте середній вміст Нb в Ер: еритроцити —  $3,1 \cdot 10^{12}$  /л; гемоглобін — 63 г/л; КП — 0,6; ШОЕ — 18 мм/год; лейкоцити —  $8,0 \cdot 10^9$  /л.

59. Зробіть висновок за аналізом крові та розрахуйте середній вміст Нb в Ер: еритроцити —  $3,6 \cdot 10^{12}$  /л; Нb — 120 г/л; КП — 1,0; ШОЕ — 28 мм/год; лейкоцити —  $6,1 \cdot 10^9$  /л.

60. Зробіть висновок за аналізом крові та розрахуйте середній вміст Нb в Ер: еритроцити —  $2,7 \cdot 10^{12}$  /л; гемоглобін — 130 г/л; КП — 1,0; ШОЕ — 9,0 мм/год; лейкоцити —  $6,0 \cdot 10^9$  /л.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Не зміниться, оскільки співвідношення кислих і лужних речовин у плазмі залишиться тим самим.

2. Показники свідчать про можливу вагітність.

3. Електрофореграма відповідає нормі: альбуміни — 60–65 %; глобуліни — 35–40 %;  $\alpha_1$  — 4–5 %;  $\alpha_2$  — 7–8 %;  $\beta$  — 9–10 %;  $\gamma$  — 14–15 %.

4. Розчин В, оскільки він задовольняє вимогам ізотонічності й ізоіонічності. Розчин А гіпертонічний.

5. Осмотичний тиск зростає, оскільки в нормі концентрація  $\text{Na}^+$  дорівнює 140–160 ммоль/л.

6. Збільшення кількості ретикулоцитів у периферичній крові є ознакою омолодження її клітинного складу. Молоді Ер стійкіші до гемолітичних дій. Отже, в даному випадку станеться зміщення кислотної стійкості вправо, а осмотичної — у бік більш гіпотонічних розчинів.

7. У морській воді міститься велика кількість солей, вона гіпертонічна. Нирки людини не в змозі компенсувати різке збільшення осмотичного тиску крові.

8. Необхідно підвищити лужні резерви (буферну ємність) крові загальноприйнятими в клініці методами.

9. У крові даної людини визначається підвищений вміст цукру. Інші показники знаходяться в межах норми. Такий аналіз крові може бути після вживання в їжу великої кількості цукру або за умов недостатності функцій підшлункової залози.

10. Дробне кровопускання активізувало синтезувальний для еритропоетину апарат нирок і еритропоез посилюється, що привело до відновлення кількості Ер в крові.

11. Ні, оскільки КП свідчить лише про міру насичення кожного еритроцита гемоглобіном.

12. По відношенню до маси тіла в новонародженого кількість крові становить 15 %, що дорівнює в даному випадку 540 мл. Об'єм усіх еритроцитів становить 70 % від 540 мл, тобто 378 мл. Кількість усіх Ер —  $17 \cdot 10^{12}$  /л, тобто об'єм одного еритроцита — 220 мк<sup>3</sup>.

13. Кров належить новонародженій дитині.

14. У даному випадку в 1 мм<sup>3</sup> крові міститься 6 млн еритроцитів. Така кількість може бути у новонародженого.

15. Зменшення кількості й об'єму еритроцитів спостерігається у віці 4,6 міс., що пов'язано з нестачею заліза.

16. Більше 2 років.

17. Кров належить новонародженій дитині.

18. У дворічному віці нормальна кількість Ер  $4,5 \cdot 10^{12}$  /л; Нт — 34–35 %. У даному випадку спостерігається виражений еритроцитоз і згущування крові, що може бути пов'язане з великою втратою рідини організмом.

19. Показники крові відповідають віковій нормі.

20. Серпоподібні еритроцити застрягають у капілярах, утворюючи тромби з подальшим їх гемолізом, внаслідок чого і виникає анемія.

21. Лецитиназа розщеплює молекули ліпідів, з яких складаються мембрани Ер. Загибель настає через масовий гемоліз еритроцитів (гемолітична анемія).

22. Необхідно запитати пацієнта, чи не палить він. Підвищені кількості карбоксигемоглобіну можуть бути виявлені в крові у активних курців.

23. Кров за елементарним складом від будь-якої речовини відрізняється великим вмістом гемоглобіну, до складу якого входить залізо. Якщо у попелі виявляється підвищений вміст заліза, це означає, що на одязі була кров.

24. Кількість еритроцитів нижча за норму.

25. Середній вміст Нб в еритроциті становить:  $\text{СГЕ} = 150 \text{ г/л} / 5,5 \cdot 10^{12} / \text{л} = 27,3 \cdot 10^{12} \text{ г} = 27,3 \text{ пг}$ . У нормі СГЕ дорівнює 26–36 пг (нормохромні еритроцити).

26. Середній вміст Нб в еритроциті становить:  $\text{СГЕ} = 129 \text{ г/л} : 4,7 \cdot 10^{12} / \text{л} = 27,3 \cdot 10^{12} \text{ г} = 27,3 \text{ пг}$ . У нормі СГЕ дорівнює 26–36 пг (нормохромні еритроцити).

27. Середній об'єм еритроцитів =  $0,46 : 5 \cdot 10^{12} = 0,092 \cdot 10^{12} / \text{л} = 90 \text{ мкм}^3$ , оскільки 1 л =  $10^6 \text{ мкм}^3$ .

28. Середня концентрація Нб в еритроциті =  $150 \text{ г/л} : 0,45 = 333 \text{ г/л}$ .

29. Середній вміст Нб в еритроциті становить:  $135 \text{ г/л} : 8 \cdot 10^{12} / \text{л} = 16,9 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 16,9 \text{ пг}$ . Середня концентрація Нб в еритроциті =  $135 \text{ г/л} : 0,60 = 225 \text{ г/л}$ . Середній об'єм еритроцитів дорівнює  $75 \text{ мкм}^3$ . Спостерігається гіпохромний стан еритроцитів і їх мікроцитоз.

30. Середній вміст Нб в еритроциті становить  $160 \text{ г/л} : 5,0 \cdot 10^{12} / \text{л} = 32 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 32 \text{ пг}$ . Середня концентрація Нб в еритроциті =  $160 \text{ г/л} : 0,50 = 320 \text{ г/л}$ . Середній об'єм еритроцитів =  $0,50 : 5 \cdot 10^{12} = 100 \text{ мкм}^3$ . Відмічаються явища макроцитозу.

31. Середній вміст Нб в еритроциті становить  $180 \text{ г/л} : 4,5 \cdot 10^{12} / \text{л} = 40 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 40 \text{ пг}$ . Середня концентрація Нб в еритроциті =  $180 \text{ г/л} : 0,55 = 327 \text{ г/л}$ . Середній об'єм еритроцитів =  $0,55 : 4,5 \cdot 10^{12} / \text{л} = 129 \text{ мкм}^3$ . Спостерігається гіперхромний стан еритроцитів.

32. Ер —  $5,5 \cdot 10^{12}$ ; ретикулоцити — 0; Нб — 180 г/л; КП — 1,09; Нт — 45 %; ШОЕ — 3 мм/год; тромбоцити —  $250 \cdot 10^9$ ; лейкоцити —  $6,0 \cdot 10^9$ .

33. Ер —  $3,0 \cdot 10^{12}$ ; ретикулоцити — 0; Нб — 76 г/л; КП — 0,85; Нт — 45 %; ШОЕ — 3 мм/год; тромбоцити —  $250 \cdot 10^9$ ; лейкоцити —  $11 \cdot 10^9$ .

34. Ер —  $2,6 \cdot 10^{12}$ ; ретикулоцити — 0; Нб — 140 г/л; КП — 1,78; Нт — 45 %; ШОЕ — 3 мм/год; тромбоцити —  $250 \cdot 10^9$ .

35. Концентрація Нб у крові в даному випадку складатиме 165 г/л, а в усій крові його буде 247,5 г.

36. Дані показники знижуються.

37. Збільшення кількості білірубину може відбуватися за умов масивного гемолізу Ер, під час захворювання паренхіми печінки, а також за умов механічного закупорювання загальної жовчної протоки.

38. Якщо прийняти, що в організмі 7 % від маси тіла припадає на кров, то у людини масою 80 кг її 5,6 л. В умові завдання сказано, що циркулює 80 % усієї крові, тобто 4,48 л. Якщо у 1 л крові міститься  $6 \cdot 10^{12}$  Ер, то в циркулюючій крові даної людини їх  $26,88 \cdot 10^{12}$ .

39. КП =  $140 \cdot 3 : 550 = 0,76$ , що відповідає гіпохромії.

40. Кількість крові у даної людини 4,9 л. Гемоглобіну в ній  $4,9 \text{ л} \cdot 150 \text{ г/л} = 735 \text{ г}$ . Враховуючи, що 1 г Нб може зв'язати 1,34 мл  $\text{O}_2$ , загальна КЄК — 984,9 мл  $\text{O}_2$ , а загальна кількість

кисню, яка може бути зв'язана її кров'ю, — 19,37 мл  $O_2$ .

41.  $KП = 120 \cdot 3 : 400 = 0,9$ , що відповідає нормі.

42. Якщо прийняти, що в організмі 7 % маси тіла припадає на кров, то у людини масою 80 кг її 5,6 л. Циркулює 80 % усієї крові, тобто 4,5 л. Тому  $30 \cdot 10^{12} : 4,5 \text{ л} = 6,66 \cdot 10^{12} / \text{л}$ .

43. У крові курців виявляються значні кількості карбоксигемоглобіну (спектральний аналіз). Палити дійсно шкідливо!

44.  $133 \text{ г/л} : 4 \cdot 10^{12} = 33,2 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 33,2 \text{ пг}$ .

45. У щура посиляться еритропоез.

46. Ні, немає, оскільки необхідні дані про кількість еритроцитів.

47. У дитини 2 років у нормі в 1 л крові міститься  $4,6 \cdot 10^{12}$  Ер, Нт дорівнює 36–39 %. У даному випадку відмічається еритроцитоз і, можливо, збільшення середнього об'єму еритроцитів (макроцитоз), яке можна розрахувати так:  $0,6 \text{ л} : 6 \cdot 10^{12} / \text{л} = 100 \text{ мкм}^3 = 0,0001 / \text{л}$ .

48. Кров належить новонародженому.

49. Норма або вище за норму.

50. Анемія, макроцитоз, які характерні для  $B_{12}$  недостатності.

51. КЄК зросла на 21,44 мл  $O_2$ , оскільки в 1 л крові міститься 160 г Нв;  $160 \cdot 1,34 = 21,44 \text{ мл } O_2$ .

52. Загальна кількість крові — 5,6 л (7 % від маси тіла). Загальна кількість кисню, яка може бути зв'язана його кров'ю:  $5,6 \text{ л} \cdot 150 \text{ г/л} \cdot 1,34 \text{ мл } O_2 = 1,125 \text{ мл}$ .

53. Якщо прийняти, що в організмі 7 % маси тіла припадає на кров, то у людини масою 80 кг її 5,6 л, циркулює 80 % усієї крові, тобто 4,5 л. Якщо  $4,5 \text{ л} \cdot (6 \cdot 10^{12} / \text{л})$ , то в циркулюючій крові міститься  $27 \cdot 10^{12}$  Ер.

54. Результати свідчать про наявність абсолютної еозинофілії та лімфопенії, зрушення форми вліво.

55. Лейкоцитарна формула: еозинофілів — 1,7 %; базофілів — 0,3 %; нейтрофілів — 100 %; лімфоцитів — 25 %; моноцитів — 6 %.

56. Еритропенія, анемія з гіперхромними Ер, лейкопенія і ШОЕ вищі за норму, що свідчить про запальний процес. Середній вміст Нв в Ер становить:  $СГЕ = 71 \text{ г/л} \cdot 1,8 \cdot 10^{12} = 39,4 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 39,4 \text{ пг}$ .

57. Якщо цей аналіз належить жінці, то можна, окрім запального процесу (лейкоцитоз, збільшення ШОЕ), відзначити наявність еритропенії з нормальним вмістом Нв в Ер.

58. Еритропенія, анемія, гіпохромія (гіпохромні еритроцити): середній вміст Нв в Ер (СГЕ) становить:  $63 \text{ г/л} : 3,1 \cdot 10^{12} = 20,3 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 20,3 \text{ пг}$ .

59. Якщо цей аналіз належить жінці, то можна, окрім запального процесу (збільшення ШОЕ), відзначити наявність еритропенії з нормальним вмістом Нв в еритроцитах: середній вміст Нв в Ер становить:  $120 \text{ г/л} : 3,6 \cdot 10^{12} / \text{л} = 33,3 \cdot 10^{-12} \text{ г} = 33,3 \text{ пг}$ .

60. Якщо цей аналіз належить чоловікові, то можна відзначити наявність еритропенії з гіперхромним станом еритроцитів: середній вміст Нв в еритроциті становить:  $130 \text{ г/л} : 2,7 \cdot 10^{12} = 48,1 \times 10^{-12} \text{ г} = 48,1 \text{ пг}$ .

## Глава 8. СИСТЕМА КРОВООБИГУ

### Конкретні цілі:

1. Пояснювати фізіологічні властивості серцевого м'яза, який забезпечує його насосну функцію (автоматизм, збудливість, провідність, скоротність), на основі аналізу електрокардіограми, хвилинного об'єму кровотоку (ХОК) і механізми їх регуляції.

2. Пояснювати насосну функцію серця на основі тривалості серцевого циклу, його структури (послідовність і тривалість його фаз і періодів), величини ХОК, тиску крові в камерах серця, в аорті та легеневій артерії, параметрів тонів серця.

3. Аналізувати діяльність серця як насоса і робити висновки про механізми регуляції.

4. Аналізувати основні параметри кровообігу і робити висновки про стан кровонесних судин (судин високого тиску, опору, об'ємних, емнісних). Аналізувати механізми регуляції тону артеріальних і венозних судин.

5. Аналізувати стан судин мікроциркуляторного руслу і робити висновки про стан фізіологічних механізмів обміну рідини на рівні кровонесних і лімфатичних капілярів.

6. Аналізувати параметри кровообігу і робити висновки про механізми системного кровообігу.

7. Аналізувати стан кровообігу і механізми його регуляції у людини під час виконання функціональних проб (за умов зміни положення тіла, під час фізичного навантаження).

8. Пояснювати особливості регіонального кровообігу (коронарного, мозкового, легеневого, черевного) і робити висновки про стан кровонесних судин.

9. Аналізувати вікові зміни параметрів кровообігу і робити висновки про стан фізіологічних властивостей серця як насоса, функції кровонесних судин і механізми їх регуляції.

10. Пояснювати фізіологічні методи дослідження системи кровообігу: визначення ХОК, артеріального і венозного тисків, пульсу, реєстрації електрокардіографії (ЕКГ), фонокардіографії (ФКГ), ехокардіографії, сфігмографії (СФГ).

### 8.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ КРОВООБИГУ. ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СЕРЦЕВОГО М'ЯЗА

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання властивостей, функцій кардіоміоцитів і механізмів їх збудження, скорочення і розслаблення необхідне для розуміння процесів функціонування міокарда, який забезпечує кровопостачання функціональних систем організму, що підтримують нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Властивості та функції робочих кардіоміоцитів і кардіоміоцитів провідної системи.

2. Особливості механізмів збудження, скорочення і розслаблення міокарда.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Загальна характеристика системи кровообігу, її роль в організмі.

2. Будова серця та його функції.

3. Будова і функції серцевого м'яза.

4. Фізіологічні властивості серцевого м'яза, їх особливості та відмінності від скелетного м'яза.

5. Процес збудження в кардіоміоцитах, іонні механізми збудження, їх відмінності від збудження скелетних м'язових волокон.

6. Співвідношення рефрактерних фаз з фазами скорочення серцевого м'яза.

7. Механізми скорочення і розслаблення кардіоміоцитів.

8. Автоматія серця, будова провідної системи, її функціональні властивості, градієнт автоматії.

9. Відмінності будови фізіологічних властивостей міоцитів провідної системи від робочих кардіоміоцитів (наявність автоматії, рівень збудливості, швидкість проведення збудження, скоротність).

10. Потенціал дії атипичних кардіоміоцитів водія ритму серця — синоатріального вузла, його відмінності від МПД робочих кардіоміоцитів (іонні механізми виникнення, параметри і форма МПД).

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалюйте схему великого і малого кола кровообігу.

2. Намалюйте схему будови серця:

— укажіть, з якої тканини складаються його стінки і перегородки;

— позначте на схемі розташування клапанів серця і судин;

— укажіть на схемі вузли і пучки провідної системи.

3. Опишіть функції провідної системи і поясніть, що таке градієнт автоматії.

4. Опишіть роль кожного відділу провідної системи, зміну ступеня автоматії за ходом провідної системи, фізіологічне значення кожного відділу.

5. Складіть таблицю основних відмінностей серцевого і скелетного м'язів. Опишіть відмінності іонних механізмів виникнення МПД.

6. Складіть таблицю відмінностей атипичних і робочих кардіоміоцитів. Опишіть відмінності іонних механізмів виникнення ПД.

7. Намалюйте співвідношення фаз скорочення, фаз потенціалу дії і фаз зміни збудливості серцевого і скелетного м'язів за умов збудження.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження варіабельності частоти серцевих скорочень у спокої у здорових людей з побудовою кривої нормального розподілу даної ознаки.

### **Методика дослідження**

Відомо, що ЧСС визначається автоматичною активністю різних відділів провідної системи міокарда. За нормальних умов головним водієм ритму є синоатріальний вузол, активність якого становить 65–85 імпульсів за 1 хв. Зробити висновок про те, чи є процес імпульсної активності нор-

мальним або патологічним, можливо лише під час порівняння результатів конкретного дослідження з даними, отриманими за умов обстеження здорового організму, тобто так званими нормальними величинами. Проте нормальна величина не може бути виражена тільки одним цифровим значенням. Під час реєстрації якого-небудь параметра в групі здорових людей завжди буде виявлений деякий розкид його цифрових значень. Більше того, існує певний зв'язок значення параметра і частоти його виявлення в групі, що підпорядковується закону нормального розподілу. У клінічній практиці необхідно враховувати, що відповідно до кривої нормального розподілу в популяції, є деяка кількість здорових людей, для яких індивідуальні нормальні показники відрізняються від загальноприйнятих і, незважаючи на їх невідповідність затвердженим нормам, це не свідчить про патологічний процес в організмі досліджуваного.

*Для роботи необхідні:* секундомір, стілець.

*Об'єкт дослідження* — група здорових людей.

*Проведення роботи.* У кожного випробовуваного з групи здорових людей визначають значення ЧСС за одних і тих самих умов. Для цього випробовуваному пропонують сісти на стілець і утриматися від активних фізичних рухів протягом 1 хв. Після цього експериментатор знаходить пульс на променевій артерії та підраховує кількість серцевих скорочень протягом 1 хв. Дослідження проводять у групі, яка складається не менше ніж із 12 осіб (здорових студентів).

*Результати роботи та їх оформлення.* Побудуйте криву нормального розподілу досліджуваної ознаки. Для цього за віссю абсцис позначте показник пульсу, а за віссю ординат — частоту виявлення цих значень. Зверніть увагу на форму кривої.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. На ізольованому серці тварини вивчали швидкість проведення збудження різними його частинами. Де була визначена найменша швидкість?

A. В атріовентрикулярному вузлі

B. У кінчику пучка Гіса

C. У волокнах Пуркінє

D. У міокарді передсердя

E. У міокарді шлуночків

2. Під час трансплантації серця визначають життєздатність клітин міокарда. Визначення якого з цих параметрів міокарда є найважливішим?

A. Температури серця

B. МПС кардіоміоцитів

C. Вмісту  $O_2$  в судинах серця

D. Концентрації іонів  $Ca^{2+}$  у міофібрилах

E. Концентрації іонів  $Ca^{2+}$  у судинах серця

3. В умовах експерименту під впливом хімічної речовини в м'язах послабшала реакція  $Ca^{2+}$ -насоса. Які явища спостерігатимуться за цих умов?

A. Тривале розслаблення

B. Тривале МПД

- C. Потенціал спокою
- D. Активація  $K^+/Na^+$  насоса
- E. Зміна швидкості поширення МПД

4. У спортсмена 20 років унаслідок постійного фізичного навантаження розвинулася функціональна гіпертрофія лівого шлуночка серця. Який морфофункціональний процес є причиною цього?

- A. Зміна кількості провідних кардіоміоцитів
- A. Зміна кількості жирової тканини
- B. Зміна кількості фіброblastів
- C. Зміна розміру клітин і кількості скоротливих органел
- D. Зміна кількості сполучної тканини

5. Серце дає одиночні скорочення завдяки:

- A. Наявності фази екзальтації
- B. Скоротливій фазі відносної рефрактерності
- C. Тривалій фазі абсолютної рефрактерності
- D. Скоротливій фазі абсолютної рефрактерності
- E. Усі відповіді вірні

6. У пацієнта за умов обстеження виникла необхідність досліджувати скоротливу функцію міокарда. Якою методикою можна скористатися?

- A. Балістокардіографією
- B. Електрокардіографією
- C. Векторелектрокардіографією
- D. Плетизмографією
- E. Сфігмографією

7. На ізольованому серці кролика заблокували  $Ca^{2+}$  канали кардіоміоцитів. Які зміни серцевої діяльності відбуваються внаслідок цього?

- A. Сила скорочень
- B. Частота скорочень
- C. Частота і сила скорочень
- D. Зупинка серця під час діастолі
- E. Зупинка серця під час систолі

8. У якій фазі серцевого циклу всі клапани серця закриті?

- A. Ізометричного скорочення
- B. Асинхронного скорочення
- C. Швидкого вигнання
- D. Повільного вигнання
- E. Активного наповнення

9. Людина приймає препарати, які блокують  $Ca^{2+}$  канали. На які процеси в міокарді вони впливають?

- A. Збудливість
- B. Електромеханічне сполучення
- C. Провідність
- D. Автоматизм
- E. Сприйняття ритму

10. Під час реєстрації МПД кардіоміоцитів відбувається збільшення тривалості фази плато. Це пов'язано з:

- A. Інактивацією повільних  $Ca^{2+}$  каналів
- B. Активацією швидких  $Ca^{2+}$  каналів

- C. Активацією каналів  $Na^+$
- D. Активацією каналів  $K^+$
- E. Активацією повільних  $Ca^{2+}$  каналів

### Відповіді

1.A, 2.B, 3.A, 4.D, 5.C, 6.A, 7.C, 8.A, 9.B, 10.E.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Під час емоційного збудження ЧСС людини 30 років досягає 112 уд/хв. Який відділ провідної системи серця відповідає за ці зміни?

- A. Волокна Пуркіньє
- B. Пучок Гіса
- C. Атріовентрикулярний вузол
- D. Синоатріальний вузол
- E. Ніжки пучка Гіса

2. Після перенесеної хвороби у дорослої людини реєструється ЧСС 40 уд/хв. Який відділ провідної системи серця забезпечує таку частоту?

- A. Пучок Гіса
- B. Пучок Бахмана
- C. Волокна Пуркіньє
- D. Вузол Кіса — Флека
- E. Вузол Ашоффа — Тавара

3. Унаслідок травми у пацієнта ушкоджено правий блукаючий нерв. Яке в цьому випадку можливе порушення серцевої діяльності?

- A. Порушення автоматизму атріовентрикулярного вузла
- B. Порушення автоматизму синоатріального вузла
- C. Порушення провідності в правому передсерді
- D. Блокада провідності в атріовентрикулярному вузлі
- E. Виникнення аритмії

4. Особливістю збудження кардіоміоцитів є:

- A. Спонтанна деполяризація діастолі мембрани
- B. Наявність плато реполяризації
- C. Деполяризація міжшлуночкової перегородки
- D. Рефрактерність шлуночків
- E. Компенсаторна пауза

5. Середня тривалість фази абсолютної рефрактерності в кардіоміоцитах становить:

- A. 1–3 мс
- B. 4–8 мс
- C. 14–20 мс
- D. 50–100 мс
- E. 250–270 мс

6. Велика тривалість МПД міокардіоцитів залежить від фази плато, зумовленої:

- A. Продовженням часу активації  $Na^+$
- B. Відкриттям  $Ca^{2+}$  каналів клітинної мембрани і струмом  $Ca^{2+}$  всередину клітини

- С. Запізнюванням процесу активації  $\text{Na}^+$   
 D. Запізнюванням відкриття каналів  $\text{K}^+$  мембрани  
 E. Запізнюванням реполяризації

7. Людина під час серцевого нападу знепритомніла, з'явилися судоми. На ЕКГ виявлено, що частота скорочень передсердя і шлуночків не однакова. Що може бути причиною даного стану?

- A. Повна поперечна блокада проведення збудження  
 B. Порушення автоматизму СА-вузла  
 C. Порушення автоматизму АВ-вузла  
 D. Виникнення гетеротропних вогнищ збудження  
 E. Порушення проведення збудження між передсерддями

8. Загальним для кардіоміоциту і скелетного м'язового волокна є:

- A. Автоматія клітин  
 B. Наявність міжклітинних контактів-нексусів  
 C. Залежність біопотенціалів від концентраційних градієнтів  $\text{K}^+$  і  $\text{Na}^+$   
 D. Наявність фази «плато» потенціалу дії  
 E. Усі відповіді неправильні

9. Як називається фаза збудливості міокарда, яка відповідає періоду «плато» потенціалу дії?

- A. Фаза відносної рефрактерності  
 B. Фаза супернормальної збудливості  
 C. Фаза абсолютної рефрактерності  
 D. Фаза субнормальної збудливості  
 E. Латентний період

10. Як зміниться робота серця після накладення першої лігатури Станіуса?

- A. Передсердя і шлуночки скорочуються з колишньою частотою  
 B. Передсердя і шлуночки не скорочуються  
 C. Передсердя скорочуються, шлуночки — ні  
 D. Передсердя і шлуночки скорочуються одночасно  
 E. Передсердя не скорочуються, шлуночки скорочуються

### Відповіді

1.D, 2.E, 3.B, 4.B, 5.E, 6.B, 7.A, 8.C, 9.C, 10.B.

### Ситуаційні завдання

1. Поясніть, у чому фізіологічний сенс того, що стінки лівого шлуночка значно товстіші за правий.

2. У свавців маса серця в середньому становить 0,58 % від маси тіла. Відхилення від цієї величини в різних видів відносно невелике. Проте у найдрібніших свавців — землерийок (маса тіла 2,5–4,0 г) серце непропорційно велике — 1,7 % від маси тіла (майже втричі більше, ніж можна було очікувати). Поясніть цю особливість.

3. Розрахуйте, чому має дорівнювати маса серця новонародженої дитини масою 3200 г.

4. Шестимісячна дитина важить 7,5 кг. Розрахуйте, чому має дорівнювати маса її серця.

5. Поясніть, чи відповідають межі серця, узазані в табл. 8.1, віку дитини? Укажіть правильні вікові межі.

Таблиця 8.1

Вік	Права межа	Верхня межа	Ліва межа
1–7 днів	Права парастернальна лінія	Верхній край 3-го ребра	1 см назовні від лівої соскової лінії
2–4 роки	Посередині між стернальною і парастернальною лініями	2-ге ребро	Ліва соскова лінія
5–16 років	Правий край груднини	2-ге міжребір'я від лівої соскової лінії	2 см назовні

6. Отрута, що міститься в деяких видах грибів, різко скорочує АРП міокарда. Поясніть, чи може отруєння цими грибами призвести до смерті. Який механізм цього явища?

7. У пацієнта припускається сповільнення атріовентрикулярної провідності. Поясніть, як це можна об'єктивно встановити.

8. Поясніть, як зміниться робота міокарда, якщо повністю заблоковано проведення збудження пучком Гіса.

9. У пацієнта час проведення збудження від передсердя до шлуночків в 2,5 рази довший за норму. Розрахуйте час проведення атріовентрикулярним вузлом у даному випадку.

10. Поясніть, як зміниться робота міокарда, якщо у пацієнта час проведення збудження атріовентрикулярним вузлом забезпечує співвідношення скорочень передсердя і шлуночків як 3 : 1.

11. Мембранний потенціал пейсмекерної клітини серця збільшився на 10 мВ. Поясніть, як зміниться за цих умов частота генерації автоматичних імпульсів.

12. Мембранний потенціал пейсмекерної клітини серця знизився на 20 мВ. Поясніть, як зміниться за цих умов частота генерації автоматичних імпульсів.

13. Поясніть, як зміниться робота міокарда, якщо у пацієнта під час проведення збудження передсерддям виникає мерехтіння (миготлива аритмія) в результаті порушення функції електричних синапсів (нексусів).

14. Скелетний м'яз не підпорядковується закону «все або нічого», а для серцевого м'язу цей закон виконується. Поясніть:

- 1) Механізм цих відмінностей.  
 2) Чи не суперечить даній властивості міокарда явище «сходів» Боудича?



15. Клітини провідної системи серця за своїми властивостями наближаються до кардіоміоцитів ембріонального міокарда. Виходячи з цього, поясніть, чому порушення функцій звичайних кардіоміоцитів трапляються значно частіше, ніж дисфункції клітин провідної системи?

16. Поясніть, що сталося б, якщо зміни МП у клітинах синоатріального вузла, кардіоміоцитів передсердя і шлуночків відбувалися синхронно.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. У великому колі опір значно більший, тому лівий шлуночок виконує більшу роботу, ніж правий, і його міокард потужніший.

2. Відомо, що зі зменшенням розмірів тіла значно збільшується інтенсивність метаболізму на одиницю маси, тому різко зростає ЧСС, оскільки робота серця направлена на забезпечення необхідної величини ХОК і задоволення потреби організму в кисні. У землерийок ЧСС досягає своєї фізіологічної межі за 1200–1300 уд/хв, тому отримати необхідну величину ХОК вони можуть лише за рахунок збільшення розмірів міокарда.

3. Маса серця у новонародженого становить 0,8 % маси тіла, отже, в даному випадку воно важить  $0,8 \cdot 3200 : 100 = 25,6$  г.

4. У дитини 5–6 міс. маса серця становить 0,4 % маси тіла. В даному випадку воно важить  $0,4 \cdot 7500 : 100 = 30$  г.

5. Не відповідає. Вікові межі серця такі, як показано у табл. 8.2.

6. Особливість АРП міокарда в тому, що його тривалість значно більша, ніж у скелетному м'язі. Тому АРП триває впродовж майже всієї систоли. Це не дозволяє викликати в міокарді тетаничне скорочення. Якщо АРП коротшатиме, то міокард зможе відповісти на подразнення ще до закінчення систоли. В результаті може виникнути тетанус, що несумісний з насосною функцією міокарда і призводить до його зупинки під час систоли.

7. Поширення збудження в міокарді найоб'єктивніше реєструється на ЕКГ. У даному випадку матиме місце збільшення тривалості інтервала PQ більше 0,1 с, що відображає проведення збудження від передсердя до шлуночків крізь атріовентрикулярний вузол.

8. Настане повний серцевий блок, під час якого передсердя скорочуються в ритмі синоатріального вузла, шлуночки — в ритмі власної автоматії пучка Гіса.

9. У нормі час проведення збудження через атріовентрикулярний вузол дорівнює 0,1 с. У дано-

му випадку  $0,1 \cdot 2,5 = 0,25$  с, що характерно для серцевого блоку I ступеня.

10. У пацієнта виникне неповний серцевий блок III ступеня.

11. Частота генерації автоматичних імпульсів зменшиться, оскільки в цьому випадку рівень МП пейсмекера віддаляється від КРД і час повільної деполяризації діастолі подовжується.

12. Частота генерації автоматичних імпульсів збільшиться, оскільки в цьому випадку рівень МП пейсмекера наближається до КРД і час повільної деполяризації діастолі коротшає.

13. У даному випадку у пацієнта спостерігається дуже часте скорочення передсердя і рідше — скорочення шлуночків у ритмі атріовентрикулярного вузла.

14. 1) Одиночні м'язові волокна підпорядковуються закону «все або нічого», тобто вони або не відповідають на порогове подразнення, або відповідають максимальним скороченням у відповідь на надпорогове подразнення. Цілий м'яз складається з тисяч м'язових волокон, що мають різний рівень збудливості. Тому за умов посилення подразнення відповідають спочатку окремі, більш збудливі волокна, а потім вся більша кількість менш збудливих волокон. Серцевий же м'яз є функціональним синцитієм за рахунок наявності нексусів, завдяки чому виникле збудження швидко охоплює всі кардіоміоцити.

2) Не суперечить. У разі нанесення кількох однакових подразнень з малими інтервалами на клітини міокарда кальцієвий насос не встигає відкачувати іони кальцію, тому їхня кількість у ділянці міофібрил поступово зростає. Кожне чергове подразнення посилює електромеханічне сполучення і величина скорочення зростає (явище «сходів» Боудича).

15. В ембріональному міокарді переважає анаеробний гліколіз, завдяки чому він стійкіший до гіпоксії, ніж міокард дорослої людини. У клітинах провідної системи анаеробний гліколіз залишається основним джерелом енергії і після народження. Тому клітини провідної системи стійкіші до гіпоксії, ніж звичайні кардіоміоцити. Крім того, їм потрібно значно менше енергії, ніж інтенсивно працюючим клітинам міокарда.

16. Якби поява МПД у цих структурах відбувалася синхронно, то провідна система втратила б своє значення і порушилася б послідовність скорочень передсердя і шлуночків, внаслідок чого міокард не зміг би функціонувати.

Таблиця 8.2

#### **Вікові межі серця**

Вік	Права межа	Верхня межа	Ліва межа
1–7 днів	Права парастернальна лінія	2-ге ребро	2 см назовні від лівої соскової лінії
2–4 років	Між правим краєм груднини і парастернальною лінією	2-ге міжребір'я	2 см назовні від лівої соскової лінії
5–16 років	Посередині між стернальною і парастернальною лініями	Верхній край 3-го ребра	Ліва соскова лінія

## 8.2. НАСОСНА ФУНКЦІЯ СЕРЦЯ. СЕРЦЕВИЙ ЦИКЛ, МЕТОДИ ЙОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання структури серцевого циклу і механізмів його фаз необхідне для розуміння процесів функціонування міокарда, який забезпечує кровопостачання усіх функціональних систем організму.

*Мета заняття.* Знати:

1. Структуру серцевого циклу і методи його дослідження.
2. Особливості механізмів збудження, скорочення і розслаблення міокарда під час різних фаз серцевої діяльності.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Серцевий цикл і залежність його тривалості від ЧСС.
2. Фази та періоди серцевого циклу, їх послідовність і тривалість.
3. Динаміка діяльності серця (величина АТ у порожнинах серця і великих судинах, стан клапанів і напрям руху крові під час кожної фази серцевого циклу).
4. Об'єми серця, їх величина і клінічне значення.
5. Робота серця як насоса. Методи її дослідження.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Дайте визначення серцевому циклу.
2. Складіть таблицю динаміки серцевих скорочень.
3. Укажіть тиск крові в порожнинах серця і судинах під час кожної фази серцевого циклу.
4. Укажіть стан клапанного апарату під час кожної фази серцевого циклу.
5. Дайте визначення, що таке:
  - об'єм систоли;
  - хвилинний об'єм;
  - серцевий викид;
  - хвилинний об'єм крові.
6. Опишіть методи дослідження діяльності серця і вкажіть нормальні параметри її у людини.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Визначення тривалості серцевого циклу у людини у стані спокою і після виконання фізичного навантаження (з побудовою графіка залежності тривалості серцевого циклу від ЧСС).
2. Фазовий аналіз серцевого циклу за допомогою полікардіограми.

### **Методика визначення тривалості серцевого циклу у людини за пульсом у стані спокою і за умов фізичного навантаження**

У людини, що знаходиться в стані фізичного й емоційного спокою, ЧСС коливається у межах 60–80 уд/хв. За умов фізичного навантаження ЧСС збільшується пропорційно інтенсивності виконання роботи. Визначити ЧСС можна за величиною артеріального пульсу, тобто за коливаннями стінок артерій, пов'язаних з підвищенням тиску крові в цих судинах під час систоли серця.

*Для роботи необхідний секундомір.*

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Пальпують пульс променевої артерії у себе або в іншого студента. Підраховують кількість пульсових ударів за 20 с. Помножують набуте значення на три, визначивши таким чином ЧСС за 1 хв. Ділять 60 с на ЧСС і знаходять середню тривалість серцевого циклу у спокої. Потім виконують 20–30 присідань і відразу ж після виконання фізичного навантаження визначають ЧСС і тривалість серцевого циклу. Потім визначають ЧСС через 3, 5 і 10 хв після припинення фізичного навантаження.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані занесіть у табл. 8.3. Відзначте, що тривалість серцевого циклу залежить від функціонального стану організму. На основі отриманих даних намалюйте графік залежності тривалості серцевого циклу від ЧСС.

Таблиця 8.3

Показник роботи серця	Стан спокою	Час після фізичного навантаження, хв			
		0	3	5	10
ЧСС, уд/хв					
Тривалість серцевого циклу, с					

### **Методика фазового аналізу серцевого циклу за допомогою полікардіограми**

Показником нормальної координованої роботи міокарда і клапанного апарату є певні часові співвідношення різних фаз серцевого циклу. Одним з найпоширеніших методів дослідження фаз серцевого циклу є полікардіографічний, у процесі якого реєструють синхронний запис ЕКГ, ФКГ і сфігмограми (СФГ) сонної артерії.

*Для роботи необхідні фрагменти полікардіограми людини.*

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Під час аналізу фазової структури серцевого циклу визначають параметри систоли шлуночків, які представлені фазами асинхронного, ізометричного скорочення, швидкого і повільного вигнання, а також параметри діастолі, представлені протодіастолічним періодом, фазою ізометричного скорочення, фазами швидкого і повільного наповнення шлуночків і систоли передсердя.

1. Фаза асинхронного скорочення — це інтервал часу від початку зубця Q до вершини зубця R на ЕКГ і до початку I тону на ФКГ. Межі допустимих коливань — 0,04–0,07 с, у середньому — 0,05 с.

2. Фаза ізометричного скорочення — це інтервал часу від вершини зубця R на ЕКГ і початку I тону на ФКГ до початку крутого підйому на СФГ. Допустимі межі коливань — 0,02–0,05 с, у середньому — 0,03 с.

3. Період напруження відповідає сумарній тривалості фаз асинхронного й ізометричного скорочень. Межі допустимих коливань — 0,06–0,11 с, у середньому — 0,85 с.

4. Період вигнання визначають від початку крутого підйому на СФГ до початку інцизури.

5. Загальна систола відповідає сумарній тривалості періодів напруження і вигнання.

6. Діастолу визначають шляхом віднімання від тривалості серцевого циклу тривалості загальної систоли.

7. Тривалість серцевого циклу відповідає інтервалу R–R на ЕКГ.

8. Для підвищення точності розрахунків аналізують фрагменти полікардіографії, зареєстровані зі швидкістю 50 і 100 мм/с.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані занесіть у протокол дослідження, порівняйте часові співвідношення різних фаз серцевого циклу у кількох досліджуваних і зробіть висновок.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Чим забезпечується неможливість зворотного потоку крові з шлуночків в передсердя у здорової людини?

А. Мітральним і аортальним півмісяцевими клапанами

В. Мітральним і трикуспідальним клапанами

С. Мітральним і легенеvim півмісяцевими клапанами

Д. Аортальним і легенеvim півмісяцевими клапанами

Е. Трикуспідальним і легенеvim півмісяцевими клапанами

2. У пацієнта виникла необхідність визначити особливості фазової структури серцевого циклу. Як це зробити?

А. Реографія

В. ЕКГ

С. Полікардіографія

Д. Плетизмографія

Е. Апекскардіографія

3. У здорової дорослої людини проводять зондування порожнини серця і великих судин. Де знаходиться зонд, якщо впродовж серцевого циклу зареєстровані зміни тиску від 0 до 120 мм рт. ст.?

А. Лівий шлуночок

В. Правий шлуночок

С. Аорта

Д. Легенева артерія

Е. Передсердя

4. Як можна визначити серцевий викид?

А. За формулою Фіка і методом реографії

В. За формулою Фіка і за серцевим індексом

С. За формулою серцевого індексу і методом реографії

Д. За формулою Стара і Фіка

Е. За формулою Стара і за серцевим індексом

5. Приблизно до якої величини падає тиск у лівому шлуночку під час діастолі?

А. 120 мм рт. ст.

В. 100 мм рт. ст.

С. 80 мм рт. ст.

Д. 40 мм рт. ст.

Е. 0 мм рт. ст.

6. Чоловік 70 років. На ЕКГ виявлені ознаки часткової ішемії серця. Чим це можна пояснити?

А. Зміни кількості капілярів, у стінках судин розвиваються склеротичні зміни

В. Розвиваються склеротичні зміни у стінках судин

С. Зміни еластичності судин, закриття півмісяцевих клапанів

Д. Зміни тривалості серцевого циклу, розвиваються склеротичні зміни у стінках судин

Е. Усі відповіді правильні

7. У яку з фаз або періодів серцевого циклу всі клапани серця відкриті одночасно?

А. У кінці фази ізометричного скорочення

В. У протодіастолічний період

С. У період швидкого наповнення шлуночків

Д. На самому початку ізометричного скорочення

Е. У жодній із фаз серцевого циклу

8. Чому під час систоли передсердя кров не повертається у вени?

А. Закриваються стулкові клапани

В. Закриваються півмісяцеві клапани

С. Скорочується кільцева мускулатура в основі вен

Д. Великий опір крові у венах

Е. Відкриваються стулкові клапани

9. З якими показниками на СФГ збігається початок I тону?

А. З інцизурою

В. З початком анакроти

С. З початком катакроти

Д. З вершиною дикротичного зубця

Е. З вершиною СФГ

10. Яке походження II тону?

А. Закриття обох стулкових клапанів

В. Закриття трикуспідального клапана

С. Закриття мітрального клапана

Д. Закриття обох півмісяцевих клапанів

Е. Закриття півмісяцевого клапана аорти

### Відповіді

1.В, 2.С, 3.А, 4.А, 5.Е, 6.А, 7.Е, 8.С, 9.В, 10.Д.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Чому кров під час паузи серця не повертається з аорти в шлуночки?

А. Закриті стулкові клапани

В. Закриті півмісяцеві клапани судин

С. Відкриті півмісяцеві клапани

Д. Відкриті стулкові клапани

Е. Відкриті півмісяцеві, закриті стулкові клапани

2. До якого рівня зростає тиск у лівому шлуночку в період вигнання крові?
- 20–25 мм рт. ст.
  - 30–50 мм рт. ст.
  - 60–80 мм рт. ст.
  - 90–110 мм рт. ст.
  - 125–130 мм рт. ст.
3. Тиск в аорті під час систоли шлуночків дорівнює:
- 125–130 мм рт. ст.
  - 100–90 мм рт. ст.
  - 40–30 мм рт. ст.
  - 15–10 мм рт. ст.
  - Близько 0 мм рт. ст.
4. Кінцевий об'єм діастолі лівого шлуночка дорівнює:
- 25–30 мл
  - 35–50 мл
  - 60–70 мл
  - 70–100 мл
  - 130–140 мл
5. Кінцевий об'єм систоли лівого шлуночка дорівнює:
- 25–30 мл
  - 35–50 мл
  - 60–70 мл
  - 70–100 мл
  - 130–140 мл
6. Закриття атріоventрикулярних клапанів відбувається у фазу:
- Скорочення передсердя
  - Ізовольомічного скорочення шлуночків
  - Швидкого вигнання крові з шлуночків
  - Повільного вигнання крові
  - Ізовольомічного розслаблення
7. Відкриття аортального клапана відбувається під час:
- Скорочення передсердь
  - Ізовольомічного скорочення шлуночків
  - Швидкого вигнання крові з шлуночків
  - Повільного вигнання крові
  - Ізовольомічного розслаблення
8. Виникнення I тону серця зумовлене:
- Відкриттям аортального клапана
  - Відкриттям клапана легеневої артерії
  - Закриттям аортального клапана
  - Закриттям мітрального і тристулкового клапанів
  - Закриттям клапана легеневої артерії
9. З якими показниками на СФГ збігається початок II тону?
- З початком катакрити
  - З початком анакрити
  - З інцизурою
  - З вершиною дикротичного зубця
  - З вершиною СФГ

10. Де вислуховуються півмісяцеві клапани аорти?
- У V міжребір'ї на 1–1,5 см вправо від серединно-ключичної лінії
  - В основі мечоподібного відростка
  - У II міжребір'ї справа за краєм груднини
  - У II міжребір'ї зліва за краєм груднини
  - У V міжребір'ї на рівні передньої аксиллярної лінії

### Відповіді

1.В, 2.Е, 3.А, 4.Е, 5.С, 6.В, 7.С, 8.Д, 9.А, 10.С.

### Ситуаційні завдання

1. За 10 хв людина поглинула 5600 мл  $O_2$ . Визначення кількості  $O_2$  в крові показало, що в артеріальній крові його вміст дорівнює 200 мл в 1 л, а у венозній — 120 мл в 1 л. Розрахуйте ударний об'єм серця (УОС), якщо ЧСС — 75 уд/хв.

2. Хвилинний об'єм серця (кровотоку) — 7500 мл. Артеріовенозна різниця за  $O_2$  становить 80 мл. Розрахуйте, скільки  $O_2$  поглинає організм за таких умов за 1 год.

3. Розрахуйте УОС, якщо відомо, що хвилинний об'єм дорівнює 8 л, а відстань R–R на ЕКГ — 0,6 с.

4. Поясніть, як зміняться УОС і тривалість фази повільного наповнення кров'ю шлуночків, якщо ЧСС збільшиться в 1,5 рази?

5. Поясніть, які зміни у тонах серця стануться за умов звуження мітрального клапанного отвору (стеноз мітрального клапана)? Намалюйте схему фонокардіограми, яка спостерігається за цих умов.

6. Якій фазі серцевої діяльності відповідає тиск у лівому шлуночку 50 мм рт. ст.?

7. У людини 20 років ліва межа серця зміщена до передньоаксиллярної лінії. Яких змін звукових, механічних і електричних проявів діяльності серця можна чекати в даному випадку?

8. Під час зондування лівого шлуночка серця в досліджуваного в один з моментів серцевого циклу було зареєстровано тиск 125 мм рт. ст. Поясніть, у яку фазу серцевого циклу можна зареєструвати такий тиск у лівому шлуночку.

9. Під час зондування правого шлуночка серця в досліджуваного в один із моментів серцевого циклу було зареєстровано тиск 20 мм рт. ст. Поясніть, у яку фазу серцевого циклу можна зареєструвати такий тиск у правому шлуночку.

10. Розрахуйте, скільки крові викидає під час систоли правий шлуночок, якщо з лівого в аорту надходить 80 мл.

11. Розрахуйте хвилинний об'єм серця (кровотоку), якщо АТ у людини дорівнює 120/80 мм рт. ст., вік людини — 30 років, ЧСС — 70 уд/хв.

12. У досліджуваного спостерігається позачергове скорочення серця, після якого настає компенсаторна пауза тривалістю близько 0,7 с. Поясніть, у якій частині серцевого м'яза знаходиться патологічний осередок, який є причиною спостережуваної екстрасистоли.

13. У дитини 1 року у спокої ХОК дорівнює 1200 мл. Поясніть, яким приблизно має бути УОС.

14. Серцевий верхівковий поштовх у здорової дитини визначається у ІV міжребір'ї зовні від лівої соскової лінії. Поясніть, до якої вікової групи належить ця дитина.

15. У дитини на фонокардіограмі виявлено роздвоєння І і ІІ тонів. Поясніть, чи здорова ця дитина. Як називається таке роздвоєння?

16. У обстежуваного хлопця 16 років у стані спокою (лежачи) зареєстровані ЕКГ у ІІ стандартному відведенні і ФКГ під час положення мікрофона в ділянці проекції верхівки серця. На ФКГ виділено два компоненти осциляції (звукові феномени): перший — відповідає вершині зубця R на ЕКГ, другий — зубцю Т на ЕКГ. Дайте інтерпретацію зареєстрованим звуковим феноменам. Поясніть природу їх походження.

#### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. УОС дорівнює ХОК, що ділиться на ЧСС; ХОК визначається за методом Фіка як відношення кількості поглиненого за 1 хв  $O_2$  (у мілілітрах) до артеріовенозної різниці  $O_2$  (у мілілітрах). У даному випадку ХОК становить 7 л, УОС — 93,5 мл.

2. Виходячи з формули Фіка, за 1 год поглинається 36,0 л  $O_2$  за даних умов.

3.  $УОС = МОК : ЧСС$ .

$ЧСС = 60 : 0,6 = 100$ .

$УОС = 80$  мл.

4. Тривалість фази повільного наповнення зменшиться приблизно на таку ж величину. Ударний об'єм може залишитися тим самим.

5. При стенозі мітрального клапанного отвору виникає шум діастолі на верхівці серця.

6. Фаза ізометричного скорочення або фаза ізометричного розслаблення.

7. Посилення верхівкового поштовху, зміщення його вліво, посилений перший тон, відхилення електричної вісі серця (ЕВС) вліво.

8. У кінці фази повільного вигнання крові під час систолі шлуночків.

9. У кінці фази повільного вигнання крові під час діастолі шлуночків.

10. Правий шлуночок під час систолі викидає стільки ж крові, скільки і лівий.

11. За формулою Стара:  $УСС = 100 + 0,5ПД - 0,6ДД - 0,6В$  (вік у роках), а  $ХОК = УОС \cdot ЧСС$ .

У нашому випадку ХОК — 3,8 л.

12. Патологічний осередок знаходиться, імовірно, в міокарді шлуночків, оскільки спостерігається довга компенсаторна пауза.

13. У дитини одного року серце скорочується до 90 разів за 1 хв, отже, у неї систолічний викид у спокої дорівнює 13,3 мл.

14. Це дитина грудного віку.

15. Дитина здорова. Роздвоєння тонів відбувається за рахунок неодновременного закриття клапанів лівої і правої половини серця у зв'язку з різним ступенем розвитку їх м'язової стінки.

16. Зареєстровані тони серця в нормі. Перший тон виникає на початку систолі шлуночків і зу-

мовлений коливаннями атріовентрикулярних клапанів під час їх закриття (високочастотний і високоамплітудний компонент) і коливаннями півмісяцевих клапанів, що відкриваються, а також початкових відділів аорти і легеневого стовбура під час надходження до них крові (низькочастотний і низькоамплітудний компонент). Другий тон виникає в період діастолі. У ньому виділяють два компоненти: високоамплітудний — пов'язаний з напруженням аортального клапана під час його закриття; низькоамплітудний — викликаний закриттям клапана легеневого стовбура.

### **8.3. ЕЛЕКТРИЧНІ ПРОЯВИ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЇ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання основ електрокардіографії й уміння її аналізувати необхідне для оцінки стану міокарда під час діагностики різних захворювань серцевого м'язу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Методику реєстрації ЕКГ.

2. Функціональне значення елементів ЕКГ.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Що таке ЕКГ? Теорії походження ЕКГ.

2. Відведення ЕКГ (стандартні, посилені від кінцівок, грудні).

3. Характеристика нормальної ЕКГ (тривалість інтервалів і сегментів, амплітуда зубців).

4. Електрична вісь серця, методи визначення і клінічне значення.

5. Вікові особливості ЕКГ у людей різного віку.

6. Полікардіограма, її компоненти, значення для клініки.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалюйте схему відведень ЕКГ на тілі людини.

2. Опишіть фізіологічні механізми, які лежать в основі методу ЕКГ.

3. Опишіть методику реєстрації ЕКГ.

4. Випишіть параметри ЕКГ в другому стандартному відведенні.

5. Опишіть методи визначення положення електричної вісі серця.

*Програма практичної роботи на занятті:* ознайомлення з методикою реєстрації ЕКГ.

#### **Методика оцінки й аналізу результатів електрокардіографії**

Електрокардіограма — це графічний запис різниці потенціалів кардіоміоцитів, що відображає процес поширення збудження провідною системою до міокарда. Основні компоненти ЕКГ — інтервали, сегменти, зубці. У стандартних відведеннях на ЕКГ розрізняють три напрямлених доверху позитивних зубці Р, R, Т і два направлених донизу негативних зубці — Q і S. Ампліту-

да зубців характеризує процес збудження міокарда, а тривалість інтервалів — час проведення збудження різними відділами серця. Амплітуда одних і тих же зубців у різних відведеннях різна і залежить від напрямку ЕВС. Зубець Р є результатом збудження м'яза передсердь, причому висхідна частина зубця — збудження правого передсердя, низхідна частина — лівого передсердя. Комплекс QRS відображає збудження шлуночків, зубець Т пов'язаний з розвитком процесу відновлення (реполяризації) міокарда шлуночків.

Під час реєстрації ЕКГ використовують біполярні й уніполярні відведення. Стандартні біполярні відведення реєструють різницю потенціалів між кінцівками: від правої і лівої рук (I відведення), від правої руки і лівої ноги (II відведення), від лівої руки і лівої ноги (III відведення). Посилені відведення від кінцівок — це уніполярні відведення. Для створення нульового потенціалу застосовують об'єднаний електрод Вільсона (індиферентний), що утворюється під час з'єднання дротами (через опір) двох кінцівок. Другий електрод (активний) розташовують на вільну від індиферентних електродів кінцівку.

Застосовують три посилені відведення від кінцівок: від правої руки (aVR), від лівої руки (aVL) і від лівої ноги (aVF). Грудні відведення — уніполярні, що дозволяють зареєструвати різницю потенціалів між певними точками на грудній клітці і нульовим потенціалом (об'єднаним електродом Вільсона). Зазвичай реєструють 6 грудних відведень, що позначаються літерою V. Активний електрод V<sub>1</sub> поміщають близько правого краю груднини у IV міжребір'ї, V<sub>2</sub> — у IV міжребір'ї близько лівого краю груднини, V<sub>3</sub> — посередині між V<sub>2</sub> і V<sub>4</sub>. Електрод V<sub>4</sub> — у V міжребір'ї по лівій середньоключичній лінії, V<sub>5</sub> — у V міжребір'ї по лівій передньопухвинній лінії, V<sub>6</sub> — на тому ж рівні по лівій середньопухвинній лінії. У кожному відведенні реєструють мінімум 4 серцевих цикли.

*Для роботи необхідні фрагменти ЕКГ.*

*Об'єкт дослідження — людина.*

*Проведення роботи.* Зареєстровані фрагменти ЕКГ вклейте в протокол. Відзначте відповідними позначеннями вигляд відведень, зубці й інтервали. Визначте за ЕКГ тривалість серцевого циклу, ЧСС і положення ЕВС. Визначте амплітуду зубців і тривалість інтервалів у різних відведеннях.

*Результати роботи та їх оформлення.* Порівняйте отримані дані з нормальними показниками. Зробіть висновок.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Назвіть походження, тривалість і амплітуду зубця Р на ЕКГ у II стандартному відведенні:

А. Період збудження передсердь. Амплітуда 0,2 мВ, тривалість 0,11 с

В. Період збудження передсердь. Амплітуда 0,3 мВ, тривалість 0,15 с

С. Період деполяризації передсердь, спочатку правого, а потім лівого. Амплітуда 0,2 мВ, тривалість 0,15 с

Д. Період збудження передсердь — лівого, пізніше правого. Амплітуда 0,2 мВ, тривалість 0,15 с

Е. Період реполяризації передсердь. Амплітуда 0,2 мВ, тривалість 0,11 с

2. Внаслідок аритмогенного впливу на серце стрес-реакції порушилася нормальна послідовність зубців на ЕКГ. Укажіть правильну послідовність зубців ЕКГ:

А. RSTQP

В. QPRST

С. RSTPQ

Д. PQSRT

Е. PQRST

3. Тривалість комплексу QRS у нормі:

А. 0,08–0,1 с

В. 0,02–0,05 с

С. 0,04–0,12 с

Д. 0,06–0,09 с

Е. Усі відповіді невірні

4. Аналіз зареєстрованої у здорової людини ЕКГ показав, що тривалість інтервалу PQ становить 0,25 с. Про що це свідчить?

А. Уповільнення проведення збудження від передсердя до шлуночків

В. Затримка проведення збудження лівою ніжкою Гіса

С. Затримка проведення збудження правою ніжкою Гіса

Д. Затримка проведення збудження по волокнах Пуркінє

Е. Уповільнення проведення збудження по лівому передсердю

5. У людини на ЕКГ виявлено зміщення сегмента ST від ізолінії на 0,25 мм і збільшення тривалості зубця Т до 0,25 с. З порушенням якої функції пов'язані ці зміни?

А. З деполяризацією шлуночків

В. З деполяризацією передсердь

С. З реполяризацією передсердь

Д. З реполяризацією шлуночків

Е. З проведенням збудження крізь АВ-вузол

6. За умов нормального положення електричної вісі серця (кут  $\alpha$  від  $+30^\circ$  до  $+70^\circ$ ) співвідношення зубців QRS становитиме:

А.  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ; високі  $R_I$  і  $S_{AVL}$ , глибокий  $S_{III}$

В.  $R_{II} > R_I > R_{III}$ ;  $R_{III}$  і  $S_{III} = R_{AVL}$  і  $S_{AVL}$

С.  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ; глибокий  $S_I$  і  $S_{AVL}$

Д.  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ; глибокий  $S_I$  і  $S_{AVL}$

Е.  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ; глибокий  $Q_I$  і  $Q_{AVR}$

7. Якими електрографічними ознаками характеризується синусовий ритм?

А. Позитивні зубці  $P_{II}$  перед кожним комплексом QRS, одноманітна форма зубця Р у будь-якому циклі

В. Негативний зубець  $R_{II}$  перед кожним комплексом QRS, одноманітна форма зубця Р у будь-якому циклі

- С. Позитивний зубець  $R_{III}$ , інколи відсутній
- Д. Негативний зубець  $R_{III}$ , інколи відсутній
- Е. Позитивний зубець  $R_I$  перед кожним комплексом QRS, інколи відсутній

8. За умов горизонтального положення серця (кут  $\alpha$  від  $+30^\circ$  до  $-90^\circ$ ) співвідношення зубців QRS становитиме:

- А.  $R_{II} > R_I > R_{III}$ ;  $R_{III}$  і  $S_{III} = R_{AVL}$  і  $S_{AVL}$
- В.  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ; високі  $R_I$  і  $S_{AVL}$ , глибокий  $S_{III}$
- С.  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ; глибокий  $S_I$  і  $S_{AVL}$
- Д.  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ; глибокий  $S_I$  і  $S_{AVL}$
- Е.  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ; глибокий  $Q_I$  і  $Q_{AVR}$

9. За умов вертикального положення серця (кут  $\alpha$  від  $+70^\circ$  до  $+180^\circ$ ) співвідношення зубців QRS становитиме:

- А.  $R_{II} > R_I > R_{III}$ ;  $R_{III}$  і  $S_{III} = R_{AVL}$  і  $S_{AVL}$
- В.  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ; високі  $R_I$  і  $S_{AVL}$ , глибокий  $S_{III}$
- С.  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ; глибокий  $S_I$  і  $S_{AVL}$
- Д.  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ; глибокий  $S_I$  і  $S_{AVL}$
- Е.  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ; глибокий  $Q_I$  і  $Q_{AVR}$

10. Назвіть основні елементи ЕКГ. Що в ній має бути позначено?

- А. Джерело ритму, порушення проведення збудження серцем, ЧСС, тривалість СЦ, величина серцевого індексу
- В. Джерело ритму, ЧСС, тривалість СЦ, величина серцевого індексу, проведення збудження серцем
- С. Регулярність ритму, ЧСС, тривалість СЦ, величина серцевого індексу, положення ЕВС
- Д. Регулярність ритму, порушення проведення збудження серцем, ЧСС, тривалість СЦ, величина серцевого індексу
- Е. Джерело ритму, регулярність ритму, ЧСС, положення ЕВС, проведення збудження серцем

### Відповіді

1. А, 2. Е, 3. Д, 4. А, 5. Д, 6. В, 7. А, 8. В, 9. С, 10. Е.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. У пацієнта на ЕКГ виявлені збільшення тривалості інтервалу PQ. Що може бути причиною цього явища?

- А. Порушення автоматизму СА-вузла
- В. Порушення провідності пучком Гіса
- С. Виникнення гетеротрофних осередків збудження
- Д. Порушення провідності від передсердя до шлуночків
- Е. Порушення AV-вузла

2. За умов нормального положення сумарного електричного вектора серця:

- А. Зубець R у відведенні II буде більший, ніж у I стандартному відведенні
- В. Зубець R у III стандартному відведенні буде більший, ніж у відведенні I

С. Зубець R у відведенні I буде більший, ніж у відведенні II

- Д. Зубець T у відведенні II буде нижчим за ізолінію
- Е. Усі відповіді невірні

3. У людини на ЕКГ виявлено, що інтервал RR дорівнює 1,5 с. У якій ділянці провідникової системи розташований водій ритму?

- А. Пучок Гіса
- В. Синусовий вузол
- С. AV-вузол
- Д. Ліва ніжка пучка Гіса
- Е. Права ніжка пучка Гіса

4. У жінки 45 років виявлено, що на ЕКГ зубець  $R_I > R_{II} > R_{III}$ , кут  $\alpha = 50^\circ$ . Які фактори найвірогідніше можуть спричинити такі зміни?

- А. Гіпертрофія лівого шлуночка
- В. Гіпертрофія правого шлуночка
- С. Гіпертрофія правого передсердя
- Д. Астенічна конституція тіла людини
- Е. Нормостенічна конституція тіла людини

5. Під час аналізу ЕКГ людини з'ясовано, що в II стандартному відведенні від кінцівки зубці T позитивні, їх амплітуда 0,35 мм (норма 0,3–0,5 мм), тривалість 0,14 с (норма 0,1–0,25 с). Який процес відбувається у шлуночках?

- А. Розслаблення
- В. Деполяризація
- С. Збудження
- Д. Скорочення
- Е. Реполяризація

6. Зубець P на ЕКГ відображує деполяризацію:

- А. Обоє передсердь
- В. Лише правого передсердя
- С. Лише лівого передсердя
- Д. Вузол Кіса — Флека
- Е. Пучка Гіса

7. У людини зареєстрована ЕКГ зі зниженою амплітудою зубця R. Що означає цей зубець на ЕКГ?

- А. Поширення збудження шлуночками
- В. Поширення збудження від передсердя до шлуночків
- С. Електричну діастолу серця
- Д. Електричну систолу серця
- Е. Поширення збудження передсердям

8. Які фізіологічні властивості міокарда відображують зубці, сегменти й інтервали ЕКГ?

- А. Збудливість, скоротність, рефрактерність
- В. Збудливість, автоматизм, скоротливість
- С. Збудливість, провідність, автоматизм
- Д. Скоротність, автоматизм, провідність
- Е. Скоротність, рефрактерність, автоматизм

9. ЕКГ-дослідження 45-річного чоловіка виявило відсутність зубця P у всіх відведеннях. Про блокаду якої ділянки провідникової системи серця можна говорити?

- A. Волокон Пуркінє
- B. Лівої ніжки пучка Гіса
- C. Правої ніжки пучка Гіса
- D. SA-вузла
- E. AV-вузла

10. Про яку патологію свідчить кардіограма, на якій інтервали R–R не є однаковими і коливаються від 0,6 до 1,0 мм?

- A. Напад стенокардії
- B. Порушення ритму серця
- C. Інфаркт міокарда
- D. Гіпертрофія лівого шлуночка
- E. Усі відповіді невірні

### Відповіді

1.D, 2.A, 3.C, 4.B, 5.E, 6.A, 7.A, 8.C, 9.D, 10.B.

### Ситуаційні завдання

1. Під час обстеження у людини виявлено уповільнення провідності через AV-вузол. Поясніть, який метод обстеження є найоб'єктивнішим у такій ситуації і чому? Дайте назву такому стану.

2. При аналізі ЕКГ відмічено роздвоєння зубця R. Поясніть, про що це може свідчити.

3. У обстежуваного підозрюється порушення функції провідної системи міокарда. Поясніть:

1) На основі якого функціонального дослідження можна зробити такий висновок?

2) Які властивості міокарда дозволяє оцінити даний метод?

3) Які діагностичні критерії характерні для такого стану?

4. Відстань між зубцями R на ЕКГ досліджуваного дорівнює 40 мм. Запис здійснювався на швидкості 50 мм/с. Розрахуйте ЧСС.

5. Відстань між зубцями R на ЕКГ досліджуваного дорівнює 20 мм. Запис здійснювався на швидкості 25 мм/с. Розрахуйте ЧСС.

6. Поясніть, яких змін слід чекати на ЕКГ і в яких відведеннях, якщо ліва межа серця визначається в V міжребір'ї на 3 см латеральніше середньоключичної лінії.

7. Поясніть, як зміниться співвідношення зубців ЕКГ у стандартних відведеннях за умов гіпертрофії правого шлуночка.

8. Під час аналізу ЕКГ дорослої людини виявлено, що амплітуда зубця R найбільша в I відведенні, а зубця S — в III. Поясніть, про що це може свідчити.

9. Під час аналізу ЕКГ дорослої людини виявлено, що амплітуда зубця R на ЕКГ найбільша в III відведенні, а зубця S — у I відведенні. Поясніть, про що це може свідчити.

10. Аналіз ЕКГ у людини показав, що тривалість інтервалу PQ дорівнює 0,4 с. Поясніть, про що це може свідчити.

11. Намалюйте, як виглядатиме ЕКГ, якщо в передсерді виникає мерехтіння (миготлива аритмія) в результаті порушення проведення збудження через нексуси.

12. Під час запису ЕКГ у здорової дитини в III відведенні виявлений найвищий зубець R. Поясніть, як називається такий тип ЕКГ, якому віку вона відповідає і чому.

13. Поясніть, чи відповідає тривалість указаних інтервалів віку дитини: у новонароджених інтервал PQ становить 0,13 с, інтервал QS — 0,05 с; у дошкільнят інтервал PQ — 0,14 с, інтервал QS — 0,04 с і у школярів інтервал PQ — 0,11 с, інтервал QS — 0,06 с.

14. У здорової новонародженої дитини зареєстрували ЕКГ. Поясніть, у якому із стандартних відведень можна чекати максимальної амплітуди зубця R і чому. У якому віці у дітей однаково часто зустрічається як нормограма, так і правограма?

15. Під час аналізу ЕКГ виявлено роздвоєння зубця R. Поясніть, про що це може свідчити.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. Поширення збудження в серці найнаочніше представлене на ЕКГ. У даному випадку матиме місце збільшення тривалості інтервалу PQ на ЕКГ, оскільки даний інтервал відображає процеси поширення збудження передсердям і AV-вузлом. Такий стан називається AV-затримкою.

2. Зубець R відображає збудження основи серця, яке виникає в обох шлуночках синхронно. Тому зубець виявляється злитим. Якщо ж зубець роздвоєний, то збудження в одному шлуночку запізнювалося порівняно з другим. Це свідчить про порушення (уповільнення) проведення збудження в одній із ніжок пучка Гіса.

3. 1) На підставі реєстрації і аналізу ЕКГ.

2) ЕКГ дозволяє оцінити збудливість, провідність, автоматію міокарда.

3) Порушення провідності на рівні AV-вузла виражається в подовженні інтервалу PQ, на рівні ніжок пучка Гіса — в роздвоєнні зубця R.

4. За швидкості 50 мм/с 1 мм запису здійснюватиметься за  $1 : 50 = 0,02$  с. Це означає, що відстань між зубцями R 40 мм електрокардіограф зареєструє за  $0,02 \cdot 40 = 0,8$  с, що і становить тривалість серцевого циклу обстежуваного. Таким чином, ЧСС за  $1 \text{ хв} : 60 \text{ с} : 0,8 \text{ с} = 75$  ударів.

5. За швидкості 25 мм/с 1 мм запису здійснюватиметься за  $1 : 25 = 0,04$  с. Отже, відстань між зубцями R 20 мм електрокардіограф зареєструє за  $0,04 \cdot 20 = 0,8$  с, що і становитиме тривалість СЦ обстежуваного. Таким чином, ЧСС дорівнюватиме:  $60 \text{ с} : 0,8 \text{ с} = 75$  ударів.

6. На ЕКГ слід чекати максимального збільшення амплітуди зубця R у I відведенні, відхилення EVC (лівограму), що характерно для гіпертрофії лівого шлуночка.

7. За умов гіпертрофії правого шлуночка спостерігатиметься правограма — відхилення EVC серця вправо з найбільшою амплітудою зубця R у III стандартному відведенні.

8. Такі співвідношення зубців ЕКГ бувають за умов гіпертрофії лівого шлуночка, коли EVC відхилена вліво (лівограма).



9. Такі співвідношення зубців ЕКГ бувають за умов гіпертрофії правого шлуночка, коли ЕВС відхилена вправо (правограма).

10. Це свідчить про уповільнення проведення збудження через АВ-вузол, що в даному випадку викликає неповну блокаду першого ступеня.

11. Під час миготливої аритмії на ЕКГ видно дуже часті хвилі Р, на тлі яких шлуночкові комплекси виникають рідше, в ритмі АВ-вузла.

12. Це правограма. Вона характерна для дітей раннього віку, в яких маса правих відділів серця відносно більша, ніж лівих.

13. Тривалість вказаних інтервалів повинна відповідати таким показникам: у новонароджених інтервал PQ — 0,11 с, інтервал QS — 0,04 с; у дошкільнят інтервал PQ — 0,13 с, інтервал QS — 0,05 с; у школярів інтервал PQ — 0,14 с, інтервал QS — 0,06 с.

14. У новонароджених дітей максимальна амплітуда зубця R спостерігається в III стандартному відведенні (правограма), оскільки в цей період маса правих відділів серця відносно більша, ніж лівих. Наприкінці першого року життя маса лівих відділів серця збільшується, і на ЕКГ у цей період однаково часто можна зареєструвати як правограму, так і нормограму.

15. Зубець R відображає збудження основи серця, яке виникає в обох шлуночках синхронно. Тому зубець виявляється злитим. Якщо ж зубець роздвоєний, отже, збудження в одному шлуночку запізнюється порівняно з другим. Це свідчить про уповільнення (блокаду) проведення збудження в одній з ніжок пучка Гіса.

#### 8.4. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів регуляції діяльності серця необхідне для розуміння процесів функціонування міокарда за умов дії різних нервових і гуморальних факторів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на його роботу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми впливу факторів нервової регуляції на діяльність серця.
2. Найбільш значущі рефлекси, що впливають на роботу серцевого м'яза.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Види та рівні регуляції діяльності серця.
2. Внутрішньосерцеві регуляторні механізми: — внутрішньоклітинні механізми регуляції; — регуляція міжклітинних взаємодій.
3. Внутрішньосерцеві периферичні рефлекси.
4. Позасерцевий рівень регуляції: — нервова екстракардіальна регуляція; — вплив вегетативних нервів на діяльність серця; — позасерцеві рефлекси.
5. Взаємодія інтракардіальних і екстракардіальних регуляторних механізмів.
6. Тонус центрів, які регулюють діяльність серця.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Описати вплив симпатичних нервів на діяльність серця.
2. Описати вплив блукаючого нерва на діяльність серця.
3. Намалювати рефлекторні дуги безумовних серцевих рефлексів (Ціона — Людвіга, Іванова — Герінга, Бейнбріджа, Гольця, Даньїні — Ашнера, Бецоляда — Яриша, Генрі — Гауера).
4. Опишіть ефекти впливу змін електролітного складу крові на діяльність серця.
5. Опишіть механізми впливу гормонів на діяльність серця.
6. Опишіть вплив тканинних гормонів на діяльність серця.
7. Опишіть вплив метаболітів на діяльність серця.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідити вплив рефлексу Даньїні — Ашнера на ЧСС у людини.

#### *Методика дослідження впливу рефлексу Даньїні — Ашнера на ЧСС у людини*

У людини під час натискання на очні яблука ЧСС може знижуватися. Цей ефект пояснюють рефлекторним збудженням ядер блукаючого нерва.

*Для роботи необхідні:* секундомір, стерильні серветки.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Підраховують у випробовуваного ЧСС за показниками пульсу. Потім вказівний і великий пальці лівої руки через стерильні марлеві серветки розташовують на очних яблуках випробовуваного. Натискають на очні яблука протягом 10 с. Тиск не має бути сильним. Підраховують пульс під час натискання і після його припинення.

*Результати роботи та їх оформлення.* Записати у протокол частоту пульсу у випробовуваного до, під час і після натискання на очні яблука. Намалюйте схему рефлекторної дуги око-серцевого рефлексу і поясніть механізм його виникнення. Зробіть висновки про можливість його використання.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Під час резекції шлунка у людини спостерігалось зниження ЧСС. Який відділ АНС найвірогідніше бере участь у формуванні рефлекторної відповіді?
  - А. Ядра блукаючого нерва
  - В. Ядра гіпоталамуса
  - С. Мигдаликоподібне тіло
  - Д. Гіпофіз
  - Е. Симпатичний стовбур
2. У людини з пересадженим серцем під час фізичного навантаження збільшилися ЧСС, АТ і ОЦК. Який рівень регуляції в першу чергу забезпечує ці реакції?
  - А. Інтракардіальний
  - В. Екстракардіальний

- C. Гіпоталамус
- D. Кора великих півкуль
- E. Гуморальний рівень регуляції

3. Яким чином можна довести, що під впливом подразнення блукаючого нерва виникає гальмування провідникової функції серця?

- A. На СФГ спостерігається подовження анакроти
- B. На ЕКГ спостерігається подовження QRST більш ніж 45 с
- C. На ЕКГ спостерігається подовження PQ
- D. На СФГ спостерігається подовження катакроти
- E. На ЕКГ спостерігається подовження ST

4. За рахунок яких механізмів відбувається нейрогенне посилення роботи міокарда?

- A. Активація симпатoadреналової системи
- B. Посилення тонуусу блукаючих нервів
- C. Ослаблення тонуусу міжреберних нервів
- D. Блокада симпатичних впливів
- E. Зміна швидкості повільної діастолічної деполяризації в SA-вузлі

5. Людині зробили пересадження серця. У її серці здійснюватимуться різні види регуляції, за винятком:

- A. Гомеометричної
- B. Гетерометричної
- C. Вазокардіальних рефлексів
- D. Гуморальної
- E. За принципом місцевих рефлекторних дуг

6. Під час зміни горизонтального положення на вертикальне у людини зменшується об'єм повернення крові до серця, що викликає:

- A. Зменшення об'єму систоли крові
- B. Прискорення ЧСС
- C. Зменшення впливу блукаючого нерва
- D. Збільшення впливу симпатичної нервової системи на серце
- E. Усі відповіді правильні

7. Боксерові на рингу суперник завдав удару в епігастральну ділянку. Який рефлекс змінить роботу серця?

- A. Генрі — Гауера
- B. Бецоляда — Яриша
- C. Гольця
- D. Даньїні — Ашнера
- E. Бейн — Бріджа

8. Рефлекс Генрі — Гауера — це:

- A. Ослаблення діурезу під час розтягування лівого передсердя
- B. Ослаблення роботи серця під час натискання на очні яблука
- C. Зменшення роботи серця під час підвищення тиску в каротидному синусі
- D. Збільшення діурезу під час розтягування стінок лівого передсердя
- E. Ослаблення роботи серця під час подразнення внутрішніх органів

9. На ЧСС впливають усі перераховані фактори, за винятком:

- A. Активності барорецепторів
- B. Судинного тонуусу
- C. Температури тіла
- D. Рефлексу Герінга — Брейера
- E. Активності хеморецепторів

10. Батмотропний ефект впливу АНС на діяльність серця — це зміна:

- A. Збудливості
- B. Провідності
- C. Скоротності
- D. Автоматії
- E. Тонуусу

### **Відповіді**

1.A, 2.A, 3.B, 4.A, 5.C, 6.E, 7.C, 8.D, 9.D, 10.A.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Інотропний ефект впливу АНС на діяльність серця — це зміна:

- A. Збудливості
- B. Провідності
- C. Скоротності
- D. Автоматії
- E. Тонуусу

2. Стимуляція пресорецепторів крупних вен кров'яним тиском приводить до:

- A. Зменшення скоротності міокарда
- B. Збільшення ЧСС
- C. Збільшення частоти розрядів низхідних впливів блукаючих нервів
- D. Зниження системного кров'яного тиску
- E. Стимуляції судинорухового центру

3. Рефлекс Ціона — Людвіга характеризується положеннями, за винятком такого:

- A. Виникає з рецепторів дуги аорти
- B. Ослаблює роботу серця
- C. Знижує кров'яний тиск
- D. Дублюється рефлексом Герінга
- E. Дублюється рефлексом Бейнбріджа

4. Під час масажу каротидного вузла на шиї інколи можливе ослаблення надшлуночкової тахікардії, оскільки:

- A. Зменшується симпатична імпульсація в SA-вузлі
- B. Збільшується вагусна імпульсація в SA-вузлі
- C. Збільшується вагусна імпульсація в провідній системі між передсердями і шлуночками
- D. Збільшується симпатична імпульсація в провідній системі між передсердям і шлуночками
- E. Збільшується рефрактерний період у міокарді шлуночків

5. Закон Старлінга для міокарда:

- A. Не діє за умов серцевої недостатності
- B. Не діє за умов навантаження

С. Пояснює посилення серцевих скорочень під час навантажень

Д. Пояснює підвищення ХОК за умов збільшення венозного повернення крові

Е. Пояснює збільшення ХОК у результаті стимуляції симпатичних нервів, що іннервують міокард

6. Як змінюється кровотік в ендокарді порівняно з епікардом під час систоли?

А. Зменшується

В. Збільшується

С. Не змінюється

Д. Усі відповіді вірні

Е. Усі відповіді невірні

7. Підвищення тонузу симпатичної нервової системи спричинює:

А. ↓ ЧСС і ↑ сили серцевих скорочень

В. ↑ ЧСС і сили серцевих скорочень

С. ↓ ЧСС і сили серцевих скорочень

Д. ↑ ЧСС і ↓ сили серцевих скорочень

Е. ↑ маси серця

8. Подразнення блукаючого нерва чинить:

А. Негативний іно-, хроно-, батмо-, дромотропний ефекти

В. Позитивний іно-, хроно-, батмо-, дромотропний ефекти

С. Негативний іно-, дромотропний ефекти

Д. Негативний хроно-, батмо-, дромотропний ефекти

Е. Позитивний дромотропний ефект

9. Головними факторами збільшення ЧСС під час фізичного навантаження є:

А. ↓ тонузу центрів СНС

В. ↑ тонузу центрів СНС

С. ↓ тонузу центрів ПСНС

Д. ↑ тонузу центрів ПСНС

Е. ↓ тонузу ВНС

10. У якому із перелічених випадків збільшується перфузія вінцевих артерій?

А. Стеноз аортального отвору

В. Недостатність аортального клапана

С. Стеноз мітрального отвору

Д. Відкрита артеріальна протока

Е. Легенева гіпертензія

### Відповіді

1.С, 2.В, 3.Е, 4.С, 5.Д, 6.А, 7.В, 8.А, 9.В, 10.А.

### Ситуаційні завдання

1. Пояснить, як довести у досліді на жабі, що збудливість серцевого м'яза знижується під час дії на нього блукаючого нерва.

2. У людини почався напад тахікардії. Під рукою немає жодних необхідних ліків. Пояснить, як можна спробувати допомогти людині у даній ситуації.

3. Викликаний екстракардіальний рефлекс. За цих умов у клітинах міокарда виникла гіперполяризація. Пояснить, з дією якого еферентного нерва може бути пов'язаний цей ефект.

4. Під час подразнення змішаного вагосимпатичного стовбура у жаби спочатку спостерігається вагусний ефект — зупинка серця, а потім симпатична післядія — почастішання роботи серця після припинення подразнення. Пояснить причину симпатичної післядії.

5. Пояснить, у чому причина дихальної аритмії скорочень серця.

6. Пояснить, як зміниться ЧСС серця собаки, якщо позбавити його екстракардіальної іннервації.

7. Праві та ліві відділи серця перфузуються окремими, і кров з правого шлуночка в лівий не надходить. Пояснить, як зміниться сила скорочення лівого шлуночка, якщо в праве передсердя надійде в 1,5 рази більший об'єм крові. Чому?

8. У сонній артерії собаки штучно підвищується тиск до 180 мм рт. ст. Пояснить, як зміниться за цих умов робота серця тварини і чому.

9. У тварини перерізані блукаючі і симпатичні нерви, що йдуть до серця. Венозний приплив крові збільшився в 1,5 рази. Пояснить, чи зміниться за цих умов робота серця і чому.

10. Тиск у сонній артерії собаки впав на 15 мм рт. ст. Пояснить, яких змін у серцевій діяльності за цих умов слід чекати і чому.

11. Людина відчула несподіваний укол голкою. Пояснить, чи зміниться за цих умов ЧСС і чому.

12. Пояснить, як зміниться ЧСС, якщо зробити новокаїнову блокаду обох блукаючих нервів на шиї. Чому?

13. В експерименті подразнюється центральний кінець перерізаного нерва Герінга. Пояснить, як у цьому випадку зміниться робота серця і АТ.

14. З рани на шиї тварини виступає кінець вагуса. Пояснить, як можна визначити, центральний це кінець або периферичний.

15. Пояснить, яких змін у роботі серця можна чекати у людини з перитонітом.

16. У новонародженій тварини зроблена двостороння ваготомія. Пояснить, як і чому це позначиться на ЧСС.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. Збудливість вимірюють порогом подразнення. Під час сильного подразнення блукаючого нерва серце зупиняється. Тепер неважко визначити поріг подразнення міокарда, наприклад, електричним струмом. Цей показник потрібно порівняти зі збудливістю серця за відсутності подразнення блукаючого нерва. Оскільки серце скорочується і збудливість його протягом СЦ змінюється, необхідно заздалегідь зупинити серце першою лігатурою Станніуса і потім визначити збудливість. Вона виявиться вищою, ніж у момент дії блукаючого нерва.

2. На роботу будь-якого органа можна впливати трьома шляхами — хімічними факторами

(ліки), фізичними (фізіотерапія) і власними механізмами організму, в першу чергу рефлекторними. У даному випадку найпростіше спробувати використати рефлекс Даньїні — Ашнера (око-серцевий) або натиснути на шиї на ділянки біфуркації сонних артерій, де знаходяться рецептори каротидного синуса.

3. Гіперполяризація — ознака зниження збудливості, наявність процесу гальмування. У такому разі слід думати про те, що був викликаний гальмівний серцевий рефлекс і, отже, на серце діяв блукаючий нерв.

4. Відомо, що при одночасному подразненні волокон блукаючого і симпатичного нервів переважає дія вагуса. У закінченнях блукаючого нерва виділяється АХ, у закінченнях симпатичного — НА; АХ руйнується дуже швидко за рахунок дії ХЕ; руйнування ж НА моноамінооксидазою відбувається повільніше. Це і дозволяє проявитися симпатичній післядії.

5. Дихальна аритмія серця полягає в тому, що в кінці вдиху ЧСС зростає, а в кінці видиху зменшується. Під час вдиху негативний тиск грудної клітки збільшується. Присмоктувальна дія зростає, і в серці надходить більше крові. Надлишок крові розтягує порожнисті вени, що викликає рефлекс Бейнбріджа — збільшення ЧСС. Під час видиху — зворотна ситуація.

6. У денервованого серця ЧСС зростає, оскільки за цих умов виключається гальмівний вплив блукаючих нервів, центр яких у нормі знаходиться в постійному тонусі.

7. Сила скорочення збільшиться в 1,5 рази, оскільки спрацює внутрішньоорганна рефлекторна дуга, рецептори якої закладені в правому передсерді.

8. За умов підвищення АТ у сонній артерії посилюється потік імпульсів до центру блукаючого нерва від рецепторів синокаротидної й аортальної рефлексогенних зон, тому спостерігається зменшення сили і ЧСС.

9. Робота серця посилиться за рахунок механізмів клітинної й органної саморегуляції. Це прояв закону Франка — Старлінга на ізольованому серці.

10. За умов артеріальної гіпертонії зменшується потік імпульсації з рефлексогенних зон у центр вагуса, його тонус падає і серце посилює свою роботу; АТ при цьому відновлюється до норми.

11. Під час несподіваного більшого подразнення може статися рефлекторна зміна ЧСС.

12. Величина ЧСС збільшиться, оскільки в цьому випадку знімається гальмівна дія на серце блукаючих нервів.

13. Нервом Герінга в нормі надходять імпульси від синокаротидної рефлексогенної зони в центр вагуса. Під час подразнення центрального кінця цього нерва тонус центру вагуса підвищується, робота серця сповільнюється і АТ падає.

14. Треба здійснити на нерв сильне подразнення. Подразнення периферичного кінця вагуса викликає уповільнення ритму серця, центрального — такого ефекту не дає.

15. Подразнення рецепторів очеревини може викликати брадикардію (рефлекс Гольця).

16. У новонародженої тварини ЧСС після ваготомії не зміниться, оскільки тонус центрів вагуса у них відсутній.

## 8.5 ДОСЛІДЖЕННЯ ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЕРЦЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів регуляції діяльності серця необхідне для розуміння процесів функціонування міокарда за умов дії різних гуморальних факторів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на його роботу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми впливу факторів гуморальної регуляції на діяльність серця.

2. Особливості метаболізму міокарда за умов дії різних гуморальних факторів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Гуморальна регуляція діяльності серця.

2. Механізми і ефекти впливу гормонів (катехоламінів, тироксину і трийодтироніну, глюкагону) на діяльність серця.

3. Механізми впливу іонного складу плазми крові на діяльність серця.

4. Вплив метаболітів на діяльність серця.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть ефекти впливу змін електролітного складу крові на діяльність серця.

2. Опишіть механізми впливу гормонів на діяльність серця.

3. Опишіть вплив тканинних гормонів на діяльність серця.

4. Опишіть вплив метаболітів на діяльність серця.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження впливу фізичного навантаження на функціональний стан міокарда (за результатами ЕКГ).

### *Методика дослідження*

При фізичному навантаженні кровопостачання працюючих органів різко збільшується, значно підвищується навантаження на серце. За цих умов невідповідність між реальним кровопостачанням міокарда та його потребами може спричинити ішемічні зміни, що відбиваються на ЕКГ.

Проби з фізичним навантаженням проводять з метою діагностики прихованих уражень серця, визначення толерантності до навантаження, проведення контролю за ефективністю реабілітаційних заходів, оцінки функціонального стану серця. За умов нормального функціонального стану серця ЕКГ після проби характеризується незначними змінами: на 50–60 %, порівняно з початковою, збільшується ЧСС, положення ЕВС не змінюється, інтервал Р–Q не змінюється або трохи коротшає, тривалість комплексу QRS не змінюється або трохи коротшає, амплітуда зубців також незначно змінюється, відновлення усіх вихідних показників закінчується на 5-й хвилині відпочинку.

*Для роботи необхідні:* фрагменти ЕКГ, за-реєстровані в стандартних відведеннях і у відве-

деннях  $V_3$ ,  $V_4$  і  $V_5$ , зроблені до проби у спокої, безпосередньо після дозованого навантаження, на 3-й і 6-й хвилинах відновного періоду.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Фрагменти ЕКГ, зареєстровані до і після функціональних проб (20 присідань, або 10–20-кратне вставання на платформу заввишки 50 см, або швидкий біг на місці протягом 15–20 с), вклейте в протокол дослідження, позначте зубці й інтервали. Виміряйте зубці й інтервали ЕКГ, проведіть їх порівняльний аналіз.

*Результати роботи та їх оформлення.* Зробіть висновок про зміни в ЕКГ, що виникають у результаті функціональної проби.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. В експерименті виявлено, що тонус судин серця регулюється метаболічними факторами. Який метаболічний фактор найбільшою мірою зумовлює зниження тонусу судин?

- А. Підвищення напруження  $O_2$  в крові
- В. Зменшення напруження  $O_2$  в крові
- С. Підвищення концентрації молочної кислоти
- Д. Збільшення кількості простагландину Е в крові
- Е. Зменшення концентрації аденозину в крові

2. Як змінюються тривалість систоли і діастоли серця та чутливість міокарда до гуморальних впливів у старечому віці?

- А. Тривалість систоли збільшується. Чутливість міокарда не змінюється
- В. Тривалість систоли зменшується. Чутливість міокарда не змінюється
- С. Тривалість систоли не змінюється. Чутливість міокарда зменшується
- Д. Збільшується тривалість систоли і зменшується тривалість діастоли. Чутливість міокарда підвищується
- Е. Тривалість систоли і діастоли, а також чутливість міокарда не змінюються

3. Яка речовина блокує, а яка стимулює дію парасимпатичного нерва?

- А. Блокує ацетилхолін, стимулює адреналін
- В. Блокує атропін, стимулює ацетилхолін
- С. Блокує атропін, стимулює ГАМК
- Д. Блокує адреналін, стимулює атропін
- Е. Блокує адреналін, стимулює гліцин

4. Яких ефектів у роботі серця можна очікувати у схвильованої людини в результаті збудження?

- А. Позитивний хронотропний ефект без проявів дромотропного, батмотропного, інотропного і тонотропного ефектів
- В. Негативні хронотропний, інотропний, батмотропний, дромотропний ефекти
- С. Позитивні інотропний, батмотропний, тонотропний і негативні хронотропний і дромотропний ефекти

Д. Позитивні хронотропний, інотропний, батмотропний, дромотропний ефекти

Е. Позитивні батмотропний, інотропний, хронотропний і негативний дромотропний ефект

5. Як змінюється стан мембран клітин провідної системи міокарда за умов взаємодії з ацетилхоліном?

- А. Відкриваються  $Na^+$  канали і  $\uparrow$  швидкість повільної діастолічної деполяризації
- В. Активуються  $K^+$  канали  $\rightarrow$  гіперполяризація
- С. Відкриваються  $Ca^{2+}$  канали
- Д. Блокується система окиснювального фосфорилування
- Е.  $\downarrow$  автоматизм SA-вузла

6. Як впливають іони  $Ca^{2+}$  на ізольований міокард?

- А.  $\downarrow$  ЧСС
- В.  $\uparrow$  сила серцевих скорочень
- С.  $\downarrow$  швидкість проведення збудження
- Д. Викликають зупинку серця під час діастоли
- Е.  $\uparrow$  автоматизм міокарда

7. Якщо зменшиться тиск у правому передсерді, як зміниться рівень секреції вазопресину?

- А.  $\downarrow$  за механізмом «-» зворотного зв'язку
- В.  $\uparrow$  за механізмом «+» зворотного зв'язку
- С. Не зміниться
- Д. Залишиться в межах норми
- Е. Усі відповіді невірні

8. Як вплине на діяльність серця велика кількість адреналіну, що виділяється за наявності феохромоцитом (пухлини мозкової речовини надниркових залоз)?

- А. Посилить, оскільки  $\uparrow$  АТ стимулює каротидні й аортальні барорецептори
- В. Посилить, оскільки адреналін чинить пряму хронотропну дію на міокард
- С. Посилить, оскільки збільшиться тонічна парасимпатична іннервація серця
- Д. Зменшить, оскільки  $\uparrow$  АТ стимулює каротидні й аортальні хеморецептори
- Е. Зменшить, оскільки збільшиться тонічна парасимпатична іннервація серця

9. Який ефект викликають катехоламіни, взаємодіючи з  $\alpha$ -адренорецепторами?

- А. Збільшують скоротність міокарда
- В. Збільшують частоту імпульсації в SA-вузлі
- С. Збільшують хвилинний об'єм серця
- Д. Звужують вінцеві судини в результаті прямого впливу на них
- Е. Розширюють кровоносні судини в скелетних м'язах

10. Які з нижчеперелічених речовин викликають гальмування діяльності міокарда?

- А. Іони  $Ca^{2+}$
- В. Іони  $K^+$
- С. Адреналін
- Д. АДГ
- Е. Брідикінін

### **Відповіді**

1.B, 2.D, 3.B, 4.D, 5.B, 6.B, 7.B, 8.C, 9.D, 10.B.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Які з нижчеперелічених іонів спричинюють підвищення шкортності міокарда?

- A. Іони  $\text{Ca}^{++}$
- B. Іони  $\text{K}^+$
- C. Іони  $\text{Na}^+$
- D. Іони  $\text{Cl}^-$
- E. Іони  $\text{H}^+$

2. Що таке дромотропний ефект?

- A. Зміна ЧСС
- B. Зміна сили серцевих скорочень
- C. Зміна збудливості серцевого м'яза
- D. Зміна провідності серцевого м'яза
- E. Зміна тону су серцевого м'яза

3. Що таке хронотропний ефект?

- A. Зміна ЧСС
- B. Зміна сили серцевих скорочень
- C. Зміна збудливості серцевого м'яза
- D. Зміна провідності серцевого м'яза
- E. Зміна тону су серцевого м'яза

4. Яка з перерахованих нижче речовин викликає вазоконстрикцію вінцевих судин?

- A. Оксид азоту
- B. Брадикінін
- C. Вазоінтестинальний пептид (ВІП)
- D. Речовина Р
- E. Ендотелін I

5. З активізацією якого ферменту пов'язаний механізм дії ендотеліну I?

- A. Гуанілатциклаза
- B. Протеїнкіназа А
- C. Фосфорилаза С
- D. Протеїнкіназа  $\text{A}_2$
- E. Тирозинкіназа

6. За яких із нижчеперелічених станів найдоцільніше індукувати утворення рецепторів до судинного ендотеліального фактора росту?

- A. Ішемія коронарних артерій
- B. Пухлини
- C. Цукровий діабет
- D. Нецукровий діабет
- E. Дисменорея

7. Яка з перерахованих нижче речовин викликає вазодилатацію вінцевих судин?

- A. Оксид азоту
- B. Ангіотензин II
- C. Ендотелін I
- D. Усі перераховані речовини
- E. Жодна з перерахованих речовин

8. З активізацією якого ферменту пов'язаний механізм дії NO?

- A. Гуанілатциклаза
- B. Протеїнкіназа А
- C. Фосфорилаза С
- D. Протеїнкіназа  $\text{A}_2$
- E. Тирозинкіназа

9. З активізацією якого ферменту пов'язаний механізм дії брадикініну?

- A. Гуанілатциклаза
- B. Протеїнкіназа А
- C. Фосфорилаза С
- D. Протеїнкіназа  $\text{A}_2$
- E. Тирозинкіназа

10. З активацією якого ферменту пов'язаний механізм дії речовини Р?

- A. Гуанілатциклаза
- B. Протеїнкіназа А
- C. Фосфорилаза С
- D. Протеїнкіназа  $\text{A}_2$
- E. Тирозинкіназа

### **Відповіді**

1.A, 2.D, 3.A, 4.E, 5.D, 6.A, 7.A, 8.A, 9.C, 10.C.

### **Ситуаційні завдання**

1. Людина знаходиться в затонулому підводному човні декілька годин. Системи життєзабезпечення зруйновані. Поясніть, яких змін роботи серця і АТ слід чекати у такої людини.

2. У організм дорослого собаки і новонародженого щеняти введений атропін. Поясніть, як і чому змінюватиметься робота серця в кожній з цих тварин.

3. Поясніть, як і чому зміниться ЧСС під час введення атропіну.

4. Тварині з перерізними блукаючими нервами внутрішньовенно введена велика доза адреналіну. Поясніть, як відреагує на це серце. Чим відрізняється реакція серця на внутрішньовенне введення адреналіну у тварини зі збереженими блукаючими нервами і у тварини із перерізними блукаючими нервами?

5. У новонародженої тварини через ізольований каротидний синус протікає кров, насичена вуглекислим газом і бідна киснем. Поясніть, як це впливає на роботу серця. Що станеться з діяльністю серця, якщо в каротидному синусі підвищити тиск, і чому?

6. Як мала б змінитися робота серця, якби НЬ не містився в Ер, а був розчинений у крові?

7. Венозний приплив збільшився на 10 мл. Поясніть, як зміниться в цьому випадку ударний об'єм серця.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Нагромадження  $\text{CO}_2$  і зниження  $\text{O}_2$  у вдихуваному повітрі викликає гіпоксію і гіперкапінію в крові. Наслідком є подразнення хеморецеп-

торів судин і тканин, внаслідок чого збільшується ЧСС і підвищується АТ — кровотік посилюється.

2. У дорослого собаки станеться почастишання роботи серця, а у щеняти ЧСС не зміниться, оскільки у новонароджених тварин (собака, кішка) центри блукаючих нервів не мають тону-су і виключення холінорецепторів атропіном не позначається на роботі серця.

3. ЧСС зросте, оскільки атропін блокує холінорецептори і гальмівна дія вагуса за цих умов не виявляється.

4. Адреналін викликає почастишання серцебиття порівняно з інтактною твариною, оскільки при перерізанні знімається центральний ефект адреналіну (збудження центру вагуса, який гальмує роботу серця).

5. Робота серця тварини в обох випадках не зміниться, оскільки хемо- і барорецептори рефлексогенних зон у новонародженого не функціонують.

6. У цьому випадку значно підвищилася б в'язкість крові, що привело б до зростання опору кровотоку. Для подолання цього опору довелося б підвищити кров'яний тиск шляхом значного посилення роботи серця.

7. УОС теж зросте на 10 мл, оскільки в здоровому серці, відповідно до закону гемодинаміки, приплив дорівнює відтоку.

## **8.6. СИСТЕМНИЙ КРОВООБІГ. ЗАКОНИ ГЕМОДИНАМІКИ, РОЛЬ СУДИН У КРОВООБІГУ. ДОСЛІДЖЕННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання основних принципів гемодинаміки необхідне для забезпечення можливих шляхів підтримки гомеостазу за умов різних функціональних станів, а опанування навиків визначення артеріального тиску необхідне лікареві будь-якої спеціальності в його практичній діяльності.

*Мета заняття:*

1. Знати основні принципи гемодинаміки.
2. Опанувати навичку виміру артеріального тиску у людини.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Класифікація судин за морфологічними і функціональними ознаками.
2. Системний кровообіг. Основні закони гемодинаміки.
3. Загальний периферичний опір судин.
4. Фактори, що забезпечують рух крові по судинах високого і низького тиску.
5. Лінійна й об'ємна швидкість руху крові в різних відділах судинного русла.
6. Час повного кругообігу крові.
7. Кров'яний тиск, його види: артеріальний (сistolічний, діастолічний, пульсовий, середній), капілярний, венозний.
8. Фактори, що впливають на величину кров'яного тиску.

9. Крива артеріального тиску, походження її хвиль.

10. Фізіологічні основи виміру кров'яного тиску в експерименті та клініці.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Основні принципи гемодинаміки і параметри, які вони визначають.

2. Визначте поняття кров'яного тиску і його видів.

3. Опишіть методи виміру АТ у людини: Ріва — Роччі, Короткова.

4. Опишіть походження тонів Короткова.

5. Намалюйте криву АТ, позначте її компоненти і опишіть походження її хвиль.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження артеріального тиску у людини за методом Короткова.

2. Дослідження АТ у людини за пальпаторним методом Ріва — Роччі.

### **Методика реєстрації артеріального тиску у людини за методом Короткова**

Величина АТ — це один із показників, за яким можна судити про роботу серця і стан судин організму. Аускультативний метод виміру АТ за Коротковим ґрунтується на вислуховуванні звуків, які виникають за умов стиснення судин манжетою. Внаслідок цього відбувається порушення ламінарної течії крові у звуженій ділянці. Цей метод дозволяє вимірювати тиск систоли і діастоли.

*Для роботи необхідні:* сфігмоманометр, стетофонендоскоп.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Пацієнта саджають боком до столу. Його руку кладуть на стіл. На оголене плече цієї руки накладають манжету так, щоб вона вільно охоплювала плече, але не стискувала тканини. Вимір проводять так: а) загвинчують клапан груші і пальпаторно визначають у ліктьовому згині місце найкращої пульсації артерії; б) над цим місцем встановлюють стетофонендоскоп; в) за допомогою груші поступово підвищують тиск у манжеті до повного стиснення артерії; г) після цього легко відпускають гвинтовий клапан, поступово знижуючи тиск у манжеті, і стежать за показниками манометра. Показник манометра у момент появи першого звуку в артерії відповідає величині систолічного тиску. Показник манометра у момент різкого приглушення або зникнення звуку в артерії під час подальшого зниження тиску в манжеті відповідає величині тиску діастоли. Різниця між тиском систоли і діастоли називається пульсовим тиском.

*Результати роботи та їх оформлення.* До протоколу занести показники тиску. У висновках обґрунтувати походження систолічного, діастолічного і пульсового тиску крові. Порівняти отримані фактичні показники з нормою.

### **Методика реєстрації артеріального тиску у людини пальпаторним методом Ріва — Роччі**

*Для роботи необхідний* сфігмоманометр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Накладають на плече манжету так, як за методом Короткова. Однією

рукою пальпують пульс на променевої артерії, другою — за допомогою гумового балона нагнітають повітря в манжету вище передбачуваного тиску систоли. При цьому пульс зникає. Обережно знижують тиск, відкриваючи гвинтовий клапан і випускаючи повітря. Момент появи пульсу на променевої артерії відповідає систолічному тиску в плечовій артерії. Методом Ріва — Роччі виміряти діастолічний тиск неможливо.

*Результати роботи та їх оформлення.* Порівняйте фактичні показники АТ систоли з нормою.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Об'єм крові, що протікає через поперечний переріз судини за одиницю часу, прямо пропорційний:

- А. Тиску крові в кінці судини
- В. Різниці тиску на початку і в кінці судини
- С. Опору судини потоку крові
- Д. Силі серцевих скорочень
- Е. В'язкості крові в судині

2. Фактори, які визначають величину АТ:

- А. Сила скорочення міокарда шлуночків, робота скелетних м'язів, ОЦК, частота пульсу
- В. Робота серця, периферичний опір судин, ОЦК, фізико-хімічні властивості крові
- С. ОЦК, в'язкість крові, робота скелетних м'язів, частота пульсу
- Д. Стан периферійних судин, розширення капілярів, робота скелетних м'язів, частота пульсу
- Е. Кількість міжклітинної рідини, робота скелетних м'язів, частота пульсу, ОЦК

3. Відносно лінійної швидкості кровотоку правильним є таке твердження:

- А. Лінійна швидкість кровотоку є найбільшою в капілярах
- В. Прямо пропорційна об'ємній швидкості кровотоку і зворотно пропорційна площі поперечного перерізу судин
- С. Не залежить від діаметра судин
- Д. Лінійна швидкість кровотоку в аорті найменша
- Е. Її величина в аорті та капілярах однакова

4. Якщо радіус судини зменшиться удвічі, то, згідно з формулою Пуазейля, периферійний опір:

- А. Не зменшиться
- В. Зменшиться в 16 разів
- С. Зменшиться в 27 разів
- Д. Збільшиться в 9 разів
- Е. Збільшиться в 16 разів

5. Відповідно до законів гемодинаміки, кров'яний тиск і кровопостачання залежать від стану загального периферійного опору. Як зміниться кровопостачання за умов підвищення загального периферійного опору?

А. Серцевий викид зменшується, кровопостачання шкіри й органів черевної порожнини не змінюється

В. Серцевий викид збільшується, кровопостачання шкіри й органів черевної порожнини збільшується

С. Серцевий викид збільшується, кровопостачання шкіри й органів черевної порожнини зменшується

Д. Серцевий викид зменшується, кровопостачання шкіри й органів черевної порожнини збільшується

Е. Серцевий викид зменшується, кровопостачання шкіри й органів черевної порожнини зменшується

6. Час повного кровообігу в стані спокою приблизно становить:

- А. 15 с
- В. 23 с
- С. 120 с
- Д. 10 хв
- Е. 25 хв

7. Кровообіг у різних відділах кровоносного русла має свої особливості. Яка основна характеристика кровообігу у великому колі?

А. Велика протяжність судин, високий гідростатичний тиск крові, рівномірний капілярний кровотік

В. Коротка протяжність судин, низький гідростатичний тиск крові, пульсуючий капілярний кровотік

С. Коротка протяжність судин, високий гідростатичний тиск крові, наявність подвійної сітки капілярів

Д. Велика протяжність судин, низький гідростатичний тиск крові, рівномірний капілярний кровотік

Е. Велика протяжність судин, високий гідростатичний тиск крові

8. У пацієнтів різного віку було відмічено, що швидкість поширення пульсової хвилі у літніх людей вища, ніж у молодих. Які вікові зміни серцево-судинної системи вплинули на результат дослідження?

- А. ЧСС
- В. Швидкість кровотоку
- С. Величина серцевого викиду
- Д. Стан еластичності судинної стінки
- Е. Периферійний опір

9. Як змінюється об'ємна швидкість кровотоку в різних відділах судинного русла?

- А. Менша в порожнистих венах
- В. Максимальна в аорті
- С. Мінімальна в капілярах
- Д. Однакова в усіх відділах системи кровообігу
- Е. Змінюється лише в артеріолах

10. У людини 50 років після 2-годинного перебування у ліжку швидке вставання призвело до виникнення запаморочення, і вона впала. Які порушення кровообігу спричинили цей стан?

- А. Зникнення тонуусу вен
- В. Підвищення АТ



- С. Зникнення тону артеріальних судин
- Д. Підвищення тону судин кінцівок
- Е. Підвищення тону судин легенів

### Відповіді

1.В, 2.В, 3.В, 4.Е, 5.Е, 6.В, 7.А, 8.Д, 9.С, 10.А.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Чим зумовлений дикротичний підйом на сфiгмограмі?
  - А. Закриттям мітрального клапана
  - В. Закриттям трикуспідального клапана
  - С. Закриттям аортального клапана
  - Д. Закриттям легеневих клапанів
  - Е. Швидким наповненням лівого шлуночка
2. Гiдростатичний тиск на рівні серця у венулах порівняно з венами:
  - А. Більший
  - В. Менший
  - С. Однаковий
  - Д. Відсутній
  - Е. Мінімальний
3. Швидкість кровотоку:
  - А. Більша в капілярах, ніж в артеріолах
  - В. Більша у венах, ніж у венулах
  - С. Більша у венах, ніж в артеріях
  - Д. Зменшується до нуля в низхідній аорті під час діастолі
  - Е. Зменшується у звуженій частині кровоносної судини
4. Які висловлювання невірно зіставлені?
  - А. Ангіотензин<sub>2</sub>-конвертуючий фермент: метаболізм кінінів
  - В. Стимуляція блукаючого нерва на шії: брадикардія
  - С. Простациклін: вазодилатація
  - Д. Збільшення тиску в сонних синусах: зменшення симпатичної імпульсації артеріол
  - Е. Збільшення H<sub>2</sub> у тканинах: вазоконстрикція в тканинах
5. Яка з указаних речовин викликає підвищення АТ?
  - А. Простацикліні
  - В. Інгібітори ангіотензин<sub>2</sub>-перетворювального ферменту
  - С. Інгібітори NO-синтази
  - Д. Інгібітори V<sub>1</sub>-рецепторів вазопресину
  - Е. Інгібітори перетворювального для ендотеліну ензиму
6. Різниця тиску між міокардом і аортою найменша в:
  - А. Лівому шлуночку під час систолі
  - В. Лівому шлуночку під час діастолі
  - С. Правому шлуночку під час систолі
  - Д. Правому шлуночку під час діастолі
  - Е. Лівому передсерді під час систолі

7. Як змінюється лінійна швидкість кровотоку в різних відділах судинного русла?

- А. Однакова в усіх відділах системи кровообігу
- В. Змінюється за ходом судинного русла
- С. Змінюється лише в капілярах
- Д. Змінюється лише в артеріолах
- Е. Залежить від тривалості серцевого циклу

8. Об'єм крові, що протікає через поперечний переріз судини за одиницю часу, зворотно пропорційний:

- А. Тиску крові на початку судини
- В. Різниці тиску на початку і в кінці судини
- С. Опору потоку крові
- Д. Лінійній швидкості кровотоку в судині
- Е. Діаметру судини

9. Середній АТ ближчий до величини:

- А. Систолічного тиску
- В. Пульсового тиску
- С. Діастолічного тиску
- Д. Хвиль тиску другого порядку
- Е. Хвиль тиску третього порядку

10. Артеріальний тиск максимальний під час:

- А. Ізометричного скорочення шлуночків
- В. Швидкого вигнання крові з шлуночків
- С. Повільного вигнання крові з шлуночків
- Д. Протодіастолі
- Е. Ізометричного розслаблення шлуночків

### Відповіді

1.С, 2.А, 3.Д, 4.Е, 5.С, 6.В, 7.В, 8.С, 9.С, 10.В.

### Ситуаційні завдання

1. З рівняння Пуазейля виходить, що об'ємна швидкість крові значно залежить від радіуса судини. Вона пропорційна четвертому ступеню радіуса. Поясніть, чим зумовлена настільки висока залежність.

2. Розрахуйте, чому дорівнює лінійна швидкість руху крові в судині діаметром 0,3 см, якщо за 1 с через неї проходить 500 мл крові.

3. У здорової людини, що знаходиться в спокійному стані, студент, підраховуючи частоту пульсу, отримав показник 130 уд/хв. Поясніть, у чому причина помилки.

4. Поясніть, як змінюється швидкість пульсової хвилі під час старіння людини.

5. В одній кровоносній судині швидкість поширення пульсової хвилі становить 5,1 м/с і з віком дитини збільшується. У другій судині вона дорівнює 5,35 м/с, але з віком коливається мало. До якого типу належить кожна судина?

6. У обстежуваного чоловіка 26 років для визначення швидкості поширення пульсової хвилі зареєстровані реограма аорти і реовазограма лівого передпліччя. Відстань між електродами в ділянці аорти і першою (проксимально розташованою) парою електродів на передпліччі становила 52 см, час затримки пульсової хвилі за рео-

вазограмою по відношенню до реограми аорти — 0,05 с. Розрахуйте швидкість поширення пульсової хвилі у пацієнта і оцініть її величину по відношенню до значень норми —  $(8V + 425)$  см/с, де  $V$  — вік обстежуваного. Поясніть, про що свідчить швидкість поширення пульсової хвилі у людини. З чим можуть бути пов'язані виявлені відхилення цього показника у людини?

7. Вимірюють АТ трьома способами:

1) Вводять в судину зігнуту голку, сполучену з манометром; голка при цьому повернена отвором проти струму крові.

2) Те ж саме, але голка повернена отвором за струмом крові.

3) Безкровний спосіб — з накладанням на кінцівку манжети (за Коротковим).

У якому випадку виміряна величина тиску виявиться найбільшою, а в якому — найменшою?

8. Середній АТ становить 100 мм рт. ст. Розрахуйте величину опору судинної стінки, якщо ЧСС дорівнює 70 уд/хв, а УОС — 74 мл.

9. Визначите периферійний опір, якщо АТ 130/70 мм рт. ст., ЧСС — 75 уд/хв, а УОС — 70 мл.

10. Розрахуйте належний рівень систолічного АТ у дитини віком 8 міс.

11. Розрахуйте належний рівень систолічного АТ у дитини віком 3 роки.

12. При визначенні АТ у здорової дитини виявлено рівень АТ 76/35 мм рт. ст. Поясніть, якому віку дитини можуть відповідати ці показники.

13. Якому віку відповідає максимальне АТ у дитини 100 мм рт. ст., мінімальне — 50 мм рт. ст.?

14. Максимальний тиск у дитини 70 мм рт. ст., мінімальний — 30 мм рт. ст. Розрахуйте вік цієї дитини.

15. У двох здорових дітей виміряно максимальний АТ. В одній з них — 85 мм рт. ст., у другій — 100 мм рт. ст. Поясніть, чим може бути зумовлений вищий АТ у другій дитини.

16. Одна дитина важить 4 кг, друга — 5,5 кг. Вік дітей однаковий. Поясніть, чи буде однаковим максимальний артеріальний тиск.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Шар рідини, безпосередньо прилеглий до стінки судини, практично не тече. Цей шар гальмує сусідній шар і так далі. Що вужча судина, то вплив цього фактора більший, і навпаки. У широкій судині пристінкове тертя мало впливає на центральні шари рідини. Це і є та додаткова причина, яка сприяє значному збільшенню об'ємної швидкості при збільшенні радіуса судини. Таким чином, основні фактори, що пояснюють настільки високу залежність об'ємної швидкості кровотоку від радіуса судини, — це стінки судини і пристінковий шар рідини.

2. Лінійна швидкість дорівнює 0,35 м/с.

3. Вочевидь, студент через недосвідченість враховував коливання стінки судини, не пов'язані безпосередньо з роботою серця, але досить сильні, аби їх можна було прийняти за пульсовий поштовх. У деяких людей це буває пов'язане з дикротичним підйомом. Тому справжня ча-

стота пульсу у них рівно вдвічі менша. У разі сумнівів можна під час підрахунку пальпувати не пульс, а серцевий поштовх або записати ЕКГ.

4. Швидкість пульсової хвилі побічно свідчить про стан стінки судин. У судинах більшості старих людей відбуваються склеротичні зміни, тому стінки таких судин жорсткіші, більш непружні, ніж у молодих. Пульсова хвиля швидше поширюється в більш пружному середовищі, тому у літніх людей швидкість її, як правило, більша.

5. Перша судина — артерія м'язового типу, друга — еластичного типу.

6. 1) 633 см/с.

2) Швидкість поширення пульсової хвилі характеризує стан еластичності та тонічного напруження стінок артеріальних судин.

3) Відхиленя у пацієнта не виявлено, значення відповідають віковим нормативам.

7. У першому випадку голка уведена проти струму крові, тому той шар крові, який «натискається» на голку, зупиняється. У результаті цього на манометр передається не лише дійсний тиск, але і кінетична енергія крові, яка зупинилася, що додалася до нього. Такий сумарний тиск називається кінцевим. Якщо ж голка введена за струмом крові, то вимірюється справжній (бічний) тиск, і отримана величина буде меншою. У разі ж виміру за Коротковим манометр реєструє не лише кінцевий тиск, але і додаткову силу, яку потрібно витратити, аби перетиснути тканини, що оточують судину. У цьому випадку вимірюваний тиск матиме найбільшу величину. Проте ця помилка відносно невелика і практично не впливає на оцінку отриманих даних.

8. Із законів гемодинаміки відомо, що опір у судинах дорівнює величині тиску, що ділиться на об'ємну швидкість:

$$R = P/Q.$$

$$Q (\text{ХОК}) = \text{ЧСС} \cdot \text{УОС} = 70 \cdot 75 = 5 \text{ л}\cdot\text{хв}.$$

Тепер легко розрахувати, що опір судинної системи  $R$  дорівнює 20 мм рт. ст. / (л·хв).

9. За формулою Пуазейля периферійний опір дорівнює:

$$\text{ДД} + 1/3 \text{ ПД} \cdot 1333 \cdot 60 \% : \text{МОК}.$$

У нашому випадку периферійний опір становить 1440 дин/(см·с<sup>5</sup>).

10. У дітей першого року життя максимальний тиск у нормі розраховується за формулою:

$$\text{АТ} = 76 + 2n, \text{ де } n \text{ — кількість місяців}.$$

Отже, у восьмимісячної дитини він має бути 92 мм рт. ст.

11. У дітей одного року і старших максимальний тиск у нормі розраховується за формулою:

$$\text{АТ} = 100 + 2n, \text{ де } n \text{ — кількість років}.$$

Отже, у 3 роки він становитиме 106 мм рт. ст.

12. Наведені показники характерні для новонародженої дитини, оскільки у дітей першого року життя максимальний тиск у нормі розраховується за формулою:

$$\text{АТ} = 76 + 2n, \text{ де } n \text{ — кількість місяців}.$$

13. Наведені показники характерні для дитини віком 1 рік, оскільки у дітей віком 1 рік і старших максимальний тиск у нормі розраховується за формулою:

$$AT = 100 + 2n, \text{ де } n \text{ — кількість років.}$$

14. Наведені показники характерні для новонародженої дитини, оскільки у дітей першого року життя максимальний тиск у нормі розраховується за формулою:

$$AT = 76 + 2n, \text{ де } n \text{ — кількість місяців.}$$

15. Вищий тиск у другій дитини може бути зумовлений віком. Перша дитина молодша, AT у неї нижчий, тому що слабкіша сила серцевих скорочень, а судини відносно ширші.

16. У дітей одного віку, але більшої маси тіла, AT вищий.

## 8.7. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕГУЛЯЦІЇ КРОВООБІГУ. РЕГУЛЯЦІЯ ТОНУСУ СУДИН

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів регуляції AT необхідне для розуміння процесів підтримки гомеостазу в умовах дії різних нервових і гуморальних факторів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на його величину.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми впливу факторів нервової та гуморальної регуляції на рівень AT.

2. Найбільш значущі рефлекси, що підтримують оптимальний рівень AT у людини.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Особливості будови і функцій гладких м'язів судин.

2. Базальний тонус, нервові та гуморальні механізми регуляції.

3. Регуляція системного кровообігу.

4. Судиноруховий центр, його структура, аферентні й еферентні зв'язки.

5. Пресорні та депресорні рефлекси: основні рефлексогенні зони, баро- і хеморецептори каротидного синуса і дуги аорти.

6. Рефлекси з рецепторів передсердя і порожнистих вен.

7. Взаємозв'язок механізмів нервової та гуморальної регуляції діяльності серця, тонузу судин і ОЦК.

8. Нервові та гуморальні механізми регуляції кров'яного тиску.

9. Регуляція кровообігу під час зміни положення тіла.

10. Регуляція кровообігу за умов фізичного навантаження.

11. Вікові особливості кровообігу і його регуляція.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть особливості будови і функціонування гладких м'язів судин.

2. Поясніть походження базального тонузу судин.

3. Перелічіть механізми регуляції базального тонузу судин.

4. Перелічіть серцеві та судинні рефлекси, які впливають на роботу серця.

5. Опишіть гормони і біологічно активні речовини, які впливають на тонус судин.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження зміни AT і ЧСС у людини під час фізичних навантажень.

2. Дослідження зміни AT і ЧСС у людини за умов дії холоду.

### *Методи дослідження зміни артеріального тиску і частоти серцевих скорочень у людини під час фізичних навантажень*

Фізичне навантаження впливає на діяльність серцево-судинної системи, збільшуючи, як правило, систолічний тиск і ЧСС. Зміни цих показників залежать як від величини навантаження, так і від рівня тренуваності випробовуваного.

*Для роботи необхідні:* тонометр, велоергометр, секундомір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Вимірюють AT і ЧСС у стані спокою. Потім випробовуваному запропонують різні функціональні проби: роботу на велоергометрі (60 Вт) протягом 3–4 хв або виконання 20 присідань за 30 с. Вимір AT і ЧСС проводять відразу після навантаження, потім через 1, 2, 3 хв і до відновлення вихідних значень. У добре тренуваних молодих людей підвищується систолічний тиск, але швидко повертається до норми, тимчасом як діастолічний тиск, що мало змінюється за цих умов, нормалізується повільно.

*Результати роботи та їх оформлення.* Запишіть результати виміру AT і ЧСС у спокої (вихідні значення) і після фізичного навантаження в табл. 8.4. Відобразіть отримані дані графічно, відмітивши на осі абсцис час, на осі ординат — значення AT і ЧСС. Порівняйте отримані дані у всіх

Таблиця 8.4

Дослідження AT і ЧСС	AT, мм рт. ст.						ЧСС, уд/хв		
	САТ			ДАТ			1	2	3
	1	2	3	1	2	3			
У спокої									
Відразу після навантаження									
За 1 хв після навантаження									
За 2 хв після навантаження									
За 3 хв після навантаження									

*Примітка.* 1, 2, 3 — досліджувані особи.

випробовуваних і оцініть стан серцево-судинної системи і ступінь тренуваності кожного з них.

**Методика дослідження зміни артеріального тиску і частоти серцевих скорочень у людини за умов дії холоду**

Серцево-судинна система (ССС) реагує на будь-які дії зовнішнього середовища, у тому числі і на температурні. У поняття метеочутливості входять і реакції ССС на температурні коливання (різкі зміни високих температур на низькі та навпаки). Люди, що проживають в умовах холодного клімату, менш чутливі до низьких температур, тимчасом як у жителів жарких країн спостерігатимуться реакції з боку ССС.

*Для роботи необхідні:* автоматичний тонометр або сфігмоманометр, фонендоскоп, секундомір, посудина з холодною водою ( $T = +1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить на стільці. На одній руці вимірюють систолічний, діастолічний тиск і ЧСС 2–3 рази, поки показники не стануть стабільними. Другу руку випробовуваного занурюють до рівня кисті протягом 1 хв у холодну воду ( $T = +1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). За 30 і 60 с від початку впливу вимірюють систолічний і діастолічний тиск і підраховують частоту пульсу. Після припинення холодової дії визначають ті ж показники через кожну хвилину до тих пір, поки вони не повернуться до вихідних значень. З'ясовують, чи були у випробовуваного больові відчуття. В експерименті повинні брати участь кілька випробовуваних, бажано які проживали раніше в умовах холодного і жаркого клімату.

*Результати роботи та їх оформлення.* Занесіть отримані дані в табл. 8.5 і побудуйте графік. Порівняйте ці показники з нормою для даної кліматичної зони й у випробовуваних з різних кліматичних регіонів. У тих людей, які проживають в умовах жаркого клімату, систолічний тиск може підвищуватися на 20–30 мм рт. ст. Люди, звиклі до холодного клімату, демонструють менш виражену реакцію.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Після фізичного навантаження збільшився АТ крові. Чому?

- А. Збільшився ОЦК
- В. Збільшилася кількість функціонуючих капілярів

- С. Збільшилася кількість Нb
- Д. Збільшилася кількість іонів  $\text{K}^+$  у плазмі крові
- Е. Збільшився вміст води у плазмі крові

2. Який механізм компенсації спрацьовує за умов підвищення опору в артеріальній системі?

- А. Гомеометричний ефект Анрепа
- В. Гетерометричний закон Франка — Старлінга
- С. Виникнення брадикардії
- Д. Підвищення АТ в аорті
- Е. Підвищення тиску в легеневій артерії

3. Стимуляція барорецепторів при високому артеріальному тиску спричинює:

- А. Збільшення скоротності міокарда
- В. Збільшення ЧСС
- С. Збільшення частоти розрядів низхідних впливів блукаючих нервів
- Д. Підвищення системного кров'яного тиску
- Е. Гальмування судинорухового центру

4. У кролика через місяць після хірургічного звуження ниркової артерії зареєстровано істотне підвищення системного АТ. Що з наведених механізмів регуляції послугувало причиною зміни тиску?

- А. Ангіотензин<sub>2</sub>
- В. Вазопресин
- С. Адреналін
- Д. Норадреналін
- Е. Серотонін

5. У здорової людини легке фізичне навантаження викличе певне збільшення систолічного і деяке зниження діастолічного тиску. У чому причина цього явища?

- А. Посилення роботи серця, зниження еластичності судин
- В. Посилення роботи серця, зниження тону судин
- С. Посилення роботи серця, зниження тону судин у м'язах
- Д. Ослаблення роботи серця, зниження тону судин
- Е. Ослаблення роботи серця, підвищення тону судин

6. Під час масажу м'язів шиї у людини можливе зниження АТ. Основна причина:

- А. Розширення судин шкіри

Таблиця 8.5

Дослідження АТ і ЧСС	АТ, мм рт. ст.						ЧСС, уд/хв		
	САТ			ДАТ			1	2	3
	1	2	3	1	2	3			
У спокої									
Відразу після навантаження									
За 1 хв після навантаження									
За 2 хв після навантаження									
За 3 хв після навантаження									

Примітка. 1, 2, 3 — досліджувані особи.

В. Подразнення барорецепторів каротидного синуса

С. Розширення судин м'язів

Д. Рефлекторна м'язова релаксація

Е. Розширення судин внутрішніх органів

7. У досліджуваного, який лежить у ліжку, АТ = 115/75 мм рт. ст., ЧСС = 75 уд/хв. Після виконання клінортоstaticної проби він піднімається, стоїть упродовж 10 хв, знову лягає у ліжку. Гемодинамічні показники змінилися. Які зміни показників гемодинаміки свідчать про нормальну фізіологічну реакцію?

А. АТ = 120/80 мм рт. ст., ЧСС = 80 уд/хв

В. АТ = 130/90 мм рт. ст., ЧСС = 85 уд/хв

С. АТ = 110/60 мм рт. ст., ЧСС = 60 уд/хв

Д. АТ = 110/55 мм рт. ст., ЧСС = 85 уд/хв

Е. АТ = 140/75 мм рт. ст., ЧСС = 90 уд/хв

8. Які зміни гемодинаміки після помірного фізичного навантаження свідчать про нормальну реакцію серцево-судинної системи, якщо до навантаження у стані спокою АТ = 120/80 мм рт. ст., ЧСС = 76 уд/хв, а після навантаження:

А. АТ = 160/75 мм рт. ст., ЧСС = 140 уд/хв, релітуція через 10 хв

В. АТ = 150/75 мм рт. ст., ЧСС = 80 уд/хв, релітуція через 5 хв

С. АТ = 150/75 мм рт. ст., ЧСС = 120 уд/хв, релітуція через 5 хв

Д. АТ = 105/65 мм рт. ст., ЧСС = 75 уд/хв, релітуція через 3 хв

Е. АТ = 100/90 мм рт. ст., ЧСС = 70 уд/хв, релітуція через 3 хв

9. Які зміни гемодинаміки у людини після фізичного навантаження свідчать про гіперстенічний тип реакції серцево-судинної системи, якщо до навантаження у стані спокою АД = 130/80 мм рт. ст., ЧСС = 80 уд/хв?

А. АТ = 120/80 мм рт. ст., ЧСС = 72 уд/хв, релітуція через 7 хв

В. АТ = 130/90 мм рт. ст., ЧСС = 120 уд/хв, релітуція через 6 хв

С. АТ = 115/60 мм рт. ст., ЧСС = 115 уд/хв, релітуція через 10 хв

Д. АТ = 150/80 мм рт. ст., ЧСС = 85 уд/хв, релітуція через 5 хв

Е. АТ = 185/85 мм рт. ст., ЧСС = 115 уд/хв, релітуція через 8 хв

10. Як зміниться тонус судин нижньої кінцівки, якщо пацієнту виконати двостороннє перетинання граничного симпатичного стовбура на рівні поперекових сегментів?

А. Тонус судин не зміниться

В. Тонус судин зросте

С. Тонус судин знизиться

Д. Спочатку не зміниться, а потім зросте

Е. Спочатку зросте, а потім відновиться

### Відповіді

1.А, 2.А, 3.С, 4.А, 5.С, 6.В, 7.А, 8.С, 9.Е, 10.С.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Як зміниться активність реніну в плазмі за умов стійкого підвищення АТ?

А. Підвищиться за механізмом «+» зворотного зв'язку

В. Знизиться за механізмом «-» зворотного зв'язку

С. Не зміниться

Д. Залишиться в межах норми

Е. Усі відповіді невірні

2. Який з наведених факторів найменше впливає на формування підвищеного системного АТ?

А. Хронічно збільшена секреція мозкової речовини надниркових залоз

В. Хронічно збільшена секреція пучкової та сітчастої зон кори надниркових залоз

С. Хронічно збільшена секреція клубочкової зони кори надниркових залоз

Д. Хронічно збільшена секреція заднього гіпофіза

Е. Тривале вживання оральних контрацептивних засобів

3. Показник якого з нижчеперелічених факторів не збільшується під час ізотонічного м'язового скорочення?

А. Частота дихання

В. УОС

С. ЧСС

Д. Загальний периферійний опір судин

Е. Усі відповіді вірні

4. Які висловлювання невірно зіставлені?

А. Втрата крові: гіпотензія

В. Негативний тиск: втрата свідомості

С. Фізичне навантаження: збільшення ХОК

Д. Констрикція ниркової артерії: підвищення АТ

Е. Зменшення периферійного опору: втрата свідомості

5. Які з наведених показників зменшаться у здорової людини, яка стоїть вертикально в одному положенні протягом години?

А. Гематокрит

В. Діаметр стегна

С. Активність реніну плазми

Д. Рівень вазопресину в плазмі

Е. Центральний венозний тиск

6. У людини, ужаленої бджолою, в результаті розвитку алергічної запальної реакції АТ знизився до 85/40 мм рт. ст. Що з нижчепереліченого необхідно негайно застосувати?

А. Ін'єкцію дофаміну

В. Інфузію концентрованого альбуміну людини

С. Інфузію ізотонічного розчину

Д. Ін'єкцію адреналіну

Е. Інфузію суцільної крові

7. У результаті отримання поранення і крововтрати у людини знизився АТ до 85/40 мм рт. ст.

Що з нижчепереліченого необхідно застосувати в першу чергу?

- A. Ін'єкцію дофаміну
- B. Інфузію концентрованого альбуміну людини
- C. Інфузію суцільної крові
- D. Ін'єкцію адреналіну
- E. Інфузію відмитих еритроцитів у фізіологічному розчині

8. Який із нижчеперелічених показників зростає, якщо збільшується в'язкість крові?

- A. Середній кров'яний тиск
- B. Радіус судин опору
- C. Радіус емісних судин
- D. Центральний венозний тиск
- E. Кровотік у капілярах

9. В експерименті у тварини задня кінцівка денервована і сполучена з реєструючими приладами. Як зміняться досліджувані показники, якщо тварині ввести речовину, що викликає артеріальну дилатацію?

- A. Збільшиться кровотік у кінцівці
- B. Зменшиться маса кінцівки
- C. Зменшиться тиск на артеріальному кінці капіляра
- D. Маса кінцівки не зміниться
- E. Жодна відповідь не вірна

10. Як впливає на діаметр просвіту артеріол ангіотензин<sub>2</sub>?

- A. Збільшує
- B. Звужує
- C. Не впливає
- D. Усі відповіді вірні
- E. Жодна відповідь не вірна

### **Відповіді**

1.B, 2.E, 3.D, 4.B, 5.E, 6.D, 7.E, 8.A, 9.A, 10.B.

### **Ситуаційні завдання**

1. У досліді Клода Бернара під час перерізаня постгангліонарних симпатичних нервових волокон, що іннервують артерію вуха кролика, відмічено почервоніння вуха на стороні перерізаня. Під час подразнення периферійного сегмента перерізаного нерва з частотою 1–3 Гц відмічено відновлення забарвлення вуха, а за умов збільшення частоти подразнення до 8–10 Гц вуха зблідло (порівняно з інтактним вухом). Поясність:

- 1) З чим пов'язані виявлені ефекти?
- 2) Що доводить експеримент?
- 3) Чи можна отримати аналогічні (або протилежні) ефекти за умов перерізаня парасимпатичних нервів?

2. Під впливом введеного препарату величина діастолічного АТ в експериментальній тварині впала до нуля. Поясність, у чому полягала дія препарату.

3. За умов теплової дії в судинах шкіри зростає об'ємна швидкість кровотоку, проте лінійна

швидкість зменшилася. Поясність, яку речовину можна було б при цьому виявити в шкірі.

4. В обстежуваного для оцінки периферійного кровотоку і реактивності судин кінцівок у положенні сидячи зареєстровані реовазограми передплічч у стані спокою та після аплікації передпліччя протягом 3 хв міхуром із льодом. Початково виявлено, що амплітуди реографічних хвиль з обох передплічч знижені по відношенню до нормативів удвічі, тривалість анакрати перевищує вікову норму, висота дикротичної частини майже дорівнює висоті основної хвилі реограми. Після аплікації холоду істотних змін в параметрах реовазограм обох передплічч не сталося. Дайте фізіологічну інтерпретацію вказаним зрушенням реографічних показників. Поясність, яка мета проведення холодової проби і яка нормальна судинна реакція, що відстежується за реографічними показниками. Як можна охарактеризувати периферійний кровотік у передпліччях і судинну реактивність обстежуваного?

5. Нижче наведені речовини, що володіють судинорозширювальною або судинозвужувальною дією. Назвіть, які з них належать до вазодилататорів, які — до вазоконстрикторів: адреналін, ацетилхолін, ренін, вазопресин, гістамін, кортизон, норадреналін, брадикинін, нікотинова кислота.

6. На місці дії гірчичника з'являється гіперемія — почервоніння шкіри. Поясність механізм гіперемії в даному випадку.

7. Поясність, якби стінки аорти повністю втратили еластичність, як змінилися б параметри гемодинаміки.

8. Якщо змію довго тримати у вертикальному положенні головою вгору, то через декілька годин вона гине. Поясність, чому.

9. У пацієнта, що страждає від венозної недостатності, яка є найбільш вираженою в нижніх кінцівках (набряклість нижніх кінцівок під час тривалого стояння, набрякання вен на ногах), за умов проведення ортостатичної проби сталися такі зміни кардіогемодинамічних показників: на 1-й хвилині проби САТ 110 мм рт. ст., ДАТ — 85 мм рт. ст., ЧСС — 96 уд/хв. На 5-й хвилині проби САТ 105 мм рт. ст., ДАТ — 90 мм рт. ст., ЧСС — 110 уд/хв. Вихідні показники: САТ — 125 мм рт. ст., ДАТ — 80 мм рт. ст., ЧСС — 75 уд/хв. Поясність:

1) З якою метою застосували ортостатичну пробу?

2) Як можна пояснити реакцію пацієнта на ортостаз, з чим вона може бути пов'язана?

10. Обстежуваний скаржиться на неможливість тривалого збереження вертикальної пози в статичному положенні (стояння в громадському транспорті, черзі тощо), схильність до гіпотонії, підвищену стомлюваність, відчуття мерзлякуватості в руках. Під час проведення у нього ортостатичної проби сталися такі зміни кардіогемодинамічних показників: на 1-й хвилині проби САТ 110 мм рт. ст., ДАТ — 70 мм рт. ст., ЧСС — 70 в хв. На 5-й хвилині проби САТ 90 мм рт. ст., ДАТ — 55 мм рт. ст., ЧСС — 65 за 1 хв. Вихідні показники: САТ — 125 мм рт. ст.,

ДАТ — 80 мм рт. ст., ЧСС — 75 за 1 хв. Уже на 2–3-й хвилині проби у пацієнта виникло відчуття нудоти, «туману в очах», збліднення шкіри, холодний піт. На 4–5-й хвилині проби пацієнт почав скаржитися на запаморочення, появу темноти перед очима. Поясніть:

1) У чому полягає фізіологічний сенс ортостатичної проби навантаження (на тестування яких механізмів вона спрямована)?

2) Як можна оцінити реакцію пацієнта на ортостаз?

3) Недостатність якого відділу АНС є домінуючою у виявлених відхиленнях від нормальної ортостатичної реактивності?

11. В експериментальній тварині перерізани депресорні нерви, внаслідок чого сталося стійке підвищення АТ. Поясніть:

1) Яку ситуацію в природних умовах моделює експеримент з перерізанням нервів-депресорів?

2) Охарактеризуйте вказані нерви (розташування, фізіологічне значення та ін.).

3) З чим пов'язане підвищення АТ?

12. У тварини зроблені послідовно два повні перерізання спинного мозку під довгастим. Як зміниться величина АТ після першого і другого перерізання? Тварина після перерізання знаходиться на штучному диханні.

13. У досліді на собаці каротидний синус вимкнули із загального русла кровообігу і провели штучну перфузію через судину, тиск у якій можна було довільно змінювати. У вихідному стані тиск у великому колі кровообігу та в каротидному синусі був однаковим — 105 мм рт. ст., ЧСС дорівнювала 78 уд/хв, показник венозного повернення — 410 мл/хв. Тиск у судині, що живить каротидний синус, підвищили до 150 мм рт. ст. Поясніть, як за цих умов змінився тиск у великому колі.

14. У досліді, аналогічному попередньому, після зміни тиску в судинах ізольованого каротидного синуса ЧСС змінилася з 82 до 104 уд/хв, величина венозного повернення зросла від 410 до 480 мл/хв, а частота дихання не змінилася. Впливу якої дії зазнали рецептори каротидного синуса — підвищення або зниження тиску?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) Відсутність імпульсації з симпатичних нервових волокон призводить до розширення судин, а подразнення периферійної ділянки нерва відновлює тонус судин.

2) Експеримент доводить, що судинний тонус підтримується в основному симпатичним відділом АНС.

3) Більшість судин не мають парасимпатичної іннервації. Парасимпатичними нервами іннервуються судини малого таза, артерії мозку і серця. Внаслідок перерізування нервів судини звужуються.

2. Під час систоли аорта і великі артерії не встигають пропустити всю викинуту кров, тому стінки їх розтягуються. Під час діастоли стінки віддають нагромаджену енергію, спадаються,

тиснуть на кров і продовжують проштовхувати її далі судинною системою. Нова систола настає ще до того, як стінки судин встигають спастися повністю. Тому діастолічний тиск не падає до нуля. Якщо ж інтервал між систолами стане дуже великим, то за цей час стінки судин, у першу чергу аорти, спадуться повністю, АТ впаде до нуля і течія крові тимчасово зупиниться. Отже, препарат різко уповільнив роботу серця.

3. Об'ємна швидкість кровотоку дорівнює середній лінійній швидкості, помноженій на площу поперечного перерізу судини або групи судин. Якщо об'ємна швидкість зросла під час зменшення лінійної, то це може статися лише за умов значного розширення судин. Такий ефект, зокрема, може бути викликаний за рахунок виділення брадикініну.

4. 1) Вказані зрушення є основними ознаками підвищення тону артерій.

2) Холодова проба проводиться з метою визначення судинної реактивності (оцінка спрямованості та ступеня зміни реографічних показників). У нормі у відповідь на холододу дію відбувається зменшення амплітуди реовазограми і реографічного індексу, подовжується час анакрити, заокруглюється вершина реовазограми, збільшується реографічний коефіцієнт.

3) Зниження периферійного кровотоку і низька судинна реактивність.

5. Вазодилататори: ацетилхолін, гістамін, брадикінін, нікотинова кислота, норадреналін (при взаємодії з  $\beta$ -адренорецепторами). Вазоконстриктори: адреналін, норадреналін (при взаємодії з  $\alpha$ -адренорецепторами), ренін, вазопресин, кортизол.

6. Почервоніння шкіри під гірчичником є результатом розширення судин, в основі якого лежить аксон-рефлекс.

7. Стінки аорти не змогли б розтягуватися під час систоли, тому серцю довелося б витратити більше енергії для проштовхування крові по судинах. Систолічний тиск зріс би, діастолічний — впав би до нуля. Кров аортою текла б переривчасто. Серце, зазнаючи надмірних перевантажень, швидко б виснажилося.

8. Змія гине через те, що кров через свою вагу застоюється в нижній частині тіла і не надходить до голови та серця.

9. 1) Ортостатична проба навантаження застосовується, у першу чергу, для оцінки реактивності симпатичного і парасимпатичного відділів АНС у регуляції діяльності серця та виявлення толерантності до різких змін положення тіла у зв'язку з умовами професійної діяльності. Під час переходу з горизонтального положення у вертикальне зменшується рівень потрапляння крові до правих відділів серця; за цих умов центральний об'єм крові знижується приблизно на 20 %, хвилинний об'єм — на 1,0–2,7 л/хв. Як наслідок, знижується АТ, який є потужним подразником барорецепторних зон. За цих умов протягом перших 15 серцевих скорочень відбувається збільшення ЧСС, зумовлене зниженням тону вагуса, а приблизно з 30-го удару вагусний тонус віднов-

люється і стає максимальним. Через 1–2 хв після переходу в ортостатичне положення відбувається викид катехоламінів і підвищується тонус симпатичного відділу АНС, що зумовлює почастішання ЧСС і збільшення периферичного опору, і лише потім активується ренін-ангіотензин-альдостероновий механізм.

2) Гіпердіастолічний тип реагування, пов'язаний з порушеннями венозного відтоку.

10. 1) Ортостатична проба навантаження застосовується, в першу чергу, для оцінки реактивності симпатичного і парасимпатичного відділів АНС у регуляції діяльності серця і виявлення толерантності до різких змін положення тіла за умов професійної діяльності. Під час переходу з горизонтального положення у вертикальне зменшується надходження крові до правих відділів серця. За цих умов центральний об'єм крові знижується на 20 %, хвилинний об'єм — на 1,0–2,7 л/хв. Таким чином, знижується АТ, що є потужним подразником барорецепторних зон. За цих умов протягом перших 15 серцевих скорочень відбувається збільшення ЧСС, зумовлене зниженням тону вагуса, а приблизно з 30-го удару вагусний тонус відновлюється і стає максимальним. Через 1–2 хв після переходу в ортостатичне положення відбувається викид катехоламінів і підвищується тонус симпатичного відділу АНС, що зумовлює почастішання ЧСС і збільшення периферичного опору, і лише потім включається ренін-ангіотензин-альдостероновий механізм.

2) Гіподіастолічний тип реагування.

3) Недостатність симпатичної ланки регуляції.

11. 1) За умов стійкої артеріальної гіпертензії відбувається адаптація барорецепторів, внаслідок чого імпульсація з них не надходить у судиноруховий центр і АТ залишається на високому рівні.

2) Депресорні (аортальні) нерви: лівий починається прямує до центра нервовими волокнами від розташованих у дузі аорти рецепторів, правий — від барорецепторів правої підключичної артерії. Обидва нерви у складі горлових нервів ідуть до вузлуватих гангліїв блукаючих нервів, а звідти — до довгастого мозку. Ними поширюється імпульсація за умов зміни АТ.

3) За умов ненадходження збудження від барорецепторів відбувається гальмування центральних нейронів блукаючого нерва і клітин, що впливають на спінальні центри. За принципом почергової взаємодії збуджуються центри довгастого мозку, що викликає посилення роботи серця і зменшення просвіту судин, внаслідок чого підвищується АТ.

12. Після першого перерізання АТ знизиться, оскільки буде перерваний зв'язок між головним судиноруховим центром у довгастому мозку і місцевими центрами у бічних рогах спинного мозку. У результаті відбудеться різке розширення судин і падіння АТ. Повторне перерізання не дає ефекту, оскільки зв'язок вже перерваний.

13. Рецептори каротидного синуса беруть участь у процесах саморегуляції АТ, сприяючи його зниженню за умов попереднього підвищення, і навпаки. У нашому випадку ми подразнює-

мо рецептори каротидного синуса штучно підвищеним тиском. Це призведе до зниження АТ у великому колі.

14. Якщо ЧСС збільшилася і за цих умов зростає величина венозного повернення, отже, за одиницю часу судинами почало протікати більше крові. Якщо так, то і тиск у великому колі підвищиться. Таке підвищення могло виникнути у відповідь на зниження тиску в судинах каротидного синуса. Отже, в експерименті тиск у судинах каротидного синуса знижували, що спричинило рефлекторне підвищення тиску у великому колі.

## 8.8 ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ РЕГІОНАЛЬНОГО КРОВОТОКУ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів мікроциркуляції та особливостей регіонального кровотоку необхідне для розуміння процесів підтримки гомеостазу за умов дії різних нервових і гуморальних факторів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на кровотік у різних органах і системах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми впливу факторів нервової та гуморальної регуляції на кровопостачання різних органів і систем.

2. Методику дослідження артеріального пульсу й оцінку його властивостей за різних функціональних станів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Фізіологічні особливості регіонального кровообігу:

- легеневого;
- коронарного;
- мозкового;
- печінкового;
- ниркового.

2. Артеріальний і венозний пульс, основні характеристики. Сфігмограма. Флебограма.

3. Мікроциркуляція. Морфофункціональна характеристика судин мікроциркуляторного русла.

4. Рух крові у капілярах, його особливості, кров'яний тиск у капілярах.

5. Фізіологічна характеристика ємнісних судин. Депо крові, його відносність.

6. Фактори, що забезпечують рух крові судинами. Особливості руху крові венами.

7. Венозне повернення крові до серця.

8. Кровообіг плода. Зміни кровообігу після народження.

9. Вікові особливості кровообігу і його регуляції.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть фізіологічні особливості регіонального кровообігу: легеневого, коронарного, мозкового, печінкового і ниркового.



2. Механізми обміну води і речовин між кров'ю і тканинами.
3. Опишіть фактори, які забезпечують рух крові судинами.
4. Опишіть основні механізми венозного повернення крові до серця.
5. Намалюйте схему кровообігу плода.
6. Опишіть вікові зміни механізмів регуляції кровотоку в людей різного віку.

*Програма практичної роботи на занятті:* спостереження венозного кровотоку.

#### **Методика дослідження венозного кровотоку**

Основна функція венозної системи — це повернення крові до серця, тому кров венами тече в напрямі від периферії до центру, до серця. Цьому сприяють такі фактори, як залишкова сила серця, негативний тиск у грудній порожнині та самому серці під час діастолі, скорочення скелетної мускулатури, а також наявність у венах клапанів, що перешкоджають зворотному потоку крові від серця. Цей дослід відтворює один з оригінальних експериментів Гарвея.

*Для роботи необхідний сфігмоманометр.*

*Об'єкт дослідження — людина.*

*Проведення роботи.* На голу руку вище за ліктюву ямку накладають манжету сфігмоманометра і за допомогою гумової груші нагнітають в манжету повітря до 40 мм рт. ст. При цьому на передпліччі ясно виступають вени, на яких можна відмітити стовщення, — це місця розташування клапанів. Притискають один палець до однієї вени і дивляться, як дистальна ділянка вени набрякає, а проксимальна (ближче до серця) спустошується. У набряклій ділянці добре помітні стовщення, що відповідають розташуванню клапанів. Другим пальцем руки, залишаючи перший у тому ж положенні, проводять веною так, щоб змістити кров у напрямі до зап'ястка. Ділянка вени між першим і другим пальцями спадається, оскільки кров до неї не надходить. Ділянка вени під другим пальцем ближче до зап'ястка розбухає і в ній можна розрізнити клапан. Знявши другий палець, можна побачити, що ділянка, яка спалася, швидко заповнюється кров'ю, що йде від зап'ястка до плеча.

*Результати роботи та їх оформлення.* Відзначте напрям кровотоку венами і роль клапанів. Замалюйте схему експерименту, відмітивши хрестиком місце перетину судини, стрілкою — напрям кровотоку після перетиснення.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У яких із нижчеперелічених судин найбільша загальна площа поперечного перерізу?
  - A. Артерії
  - B. Артеріоли
  - C. Капіляри
  - D. Вени
  - E. Вени

2. Під час помірних фізичних навантажень зростають усі вказані показники кровообігу, окрім:
  - A. Загального периферійного опору судин
  - B. ОЦК
  - C. ЧСС
  - D. Об'єму систоли
  - E. Капілярного тиску

3. Відповідно до схеми Старлінга проникнення води з капілярів у тканини буде тим більше, чим:
  - A. Нижча концентрація білків у плазмі
  - B. Вищий гідростатичний тиск у капілярах
  - C. Нижчий гідростатичний тиск тканинної рідини
  - D. Вища концентрація альбуміну в тканинній рідині
  - E. Усі відповіді вірні

4. Усі перелічені механізми збільшують дифузний струм рідин, розчинених речовин і газів, окрім:
  - A. Збільшення дифузної відстані
  - B. Збільшення концентраційного градієнта крізь стінку капілярів
  - C. Зниження опору в артеріолах
  - D. Збільшення часу перебування в капілярах
  - E. Збільшення площі поверхні капілярів

5. Що з нижчепереліченого не викликає дилатацію артеріол у шкірі?
  - A. Підвищена температура тіла
  - B. Гістамін
  - C. Брадикінін
  - D. Речовина P
  - E. Вазопресин

6. Який критичний рівень кількості кисню у крові, від якого виникають набряки?
  - A. 10–15 мл O<sub>2</sub>/л крові
  - B. 15–25 мл O<sub>2</sub>/л крові
  - C. 25–55 мл O<sub>2</sub>/л крові
  - D. 55–70 мл O<sub>2</sub>/л крові
  - E. Усі відповіді невірні

7. У людини на нижній кінцівці лікар виявив набряк. Що може викликати набряк?
  - A. Аноксія
  - B. Гістамін
  - C. Адреналін
  - D. Ацетилхолін
  - E. Усі відповіді невірні

8. Якщо радіус судин, що формують загальний периферійний опір, збільшується, то який з нижчеперелічених показників збільшується?
  - A. САТ крові
  - B. ДАТ крові
  - C. В'язкість крові
  - D. Гематокрит
  - E. Кровотік у капілярах

9. У якій частині судинного русла найменша лінійна швидкість кровотоку?
  - A. Аорта
  - B. Артерія

- C. Артеріола
- D. Капіляри
- E. Вена

10. Які з нижчеперелічених явищ не відбуваються, якщо кров проходить крізь капіляри великого кола кровообігу?

- A. Гематокрит збільшується
- B. Крива дисоціації HbO<sub>2</sub> зміщується вліво
- A. Збільшується вміст білків
- B. Зменшується рН
- C. Ер збільшуються в розмірах

### Відповіді

1.C, 2.E, 3.E, 4.A, 5.E, 6.C, 7.B, 8.E, 9.D, 10.B.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. У жінки 30 років хвилинний об'єм крові дорівнює 5 л/хв. Який об'єм крові проходить у неї через судини легенів за 1 хв?

- A. 5 л
- B. 3,7 л
- C. 2,5 л
- D. 9 л
- E. 1,5 л

2. Як змінюється загальний об'єм кровообігу нирок під час фізичного навантаження порівняно з періодом відпочинку?

- A. Збільшується
- B. Зменшується
- C. Не змінюється
- D. Усі відповіді вірні
- E. Усі відповіді невірні

3. Як змінюється загальний об'єм кровообігу головного мозку під час фізичного навантаження порівняно з періодом відпочинку?

- A. Збільшується
- B. Зменшується
- C. Не змінюється
- D. Різко знижується до 0
- E. Усі відповіді невірні

4. Проникність капілярів у легенях порівняно з проникністю капілярів у печінці:

- A. Більша
- B. Менша
- C. Однакова
- D. Відсутня
- E. Максимальна

5. У якому з перелічених органів найбільший кровотік на 100 г маси тканини?

- A. Головний мозок
- B. Серцевий м'яз
- C. Шкіра
- D. Печінка
- E. Нирки

6. У якому з перерахованих органів проникність капілярів найбільша?

- A. Головний мозок
- B. Серцевий м'яз
- C. Задній гіпофіз
- D. Печінка
- E. Тонка кишка

7. З дією якої речовини пов'язане збільшення капілярного кровотоку?

- A. Серотоніну
- B. Реніну
- C. Гістаміну
- D. Катехоламінів
- E. Вазопресину

8. Чим визначається безперервний кровотік у капілярах?

- A. Наявністю клапанів у венах
- B. Великою масою циркулюючої крові
- C. Еластичністю аорти й артерій
- D. В'язкістю крові
- E. Зменшенням лінійної швидкості кровотоку

9. Об'єм крові, що надходить у печінку печінковою артерією, порівняно з кількістю крові, що надходить у печінку портальною артерією:

- A. Більший
- B. Менший
- C. Однаковий
- D. Не змінюється
- E. Усі відповіді невірні

10. Об'єм води, що надходить у спинномозкову рідину, порівняно з об'ємом води, що виходить з неї в нормі:

- A. Менший
- B. Більший
- C. Однаковий
- D. Не змінюється
- E. Усі відповіді невірні

### Відповіді

1.A, 2.B, 3.C, 4.B, 5.E, 6.D, 7.C, 8.C, 9.B, 10.C.

### Ситуаційні завдання

1. Тиск у капілярі дорівнює 20 мм рт. ст. Розрахуйте, яка частина тиску, що була передана аорті серцем, витратилася на подолання опору судин до капіляра, якщо загальний опір судинної системи становить 37 мм рт. ст. / (л·с), а ХОК = 5 л.

2. Тиск в артеріальному кінці капілярів скелетних м'язів 35 мм рт. ст., у венозному — 14 мм рт. ст. Інтерстиціальний тиск — 0 мм рт. ст. Колоїдний осмотичний тиск — 25 мм рт. ст. Розрахуйте силу, що забезпечує рух рідини через капілярну стінку в артеріальному кінці.

3. Визначте лінійну швидкість руху крові у капілярах артерії, якщо в ній самій вона становить 25 см/с, а просвіт капілярної сітки в 1000 разів більший за просвіт артерії.

4. При капіляроскопії у людини виявлені широкі, короткі та прямі капіляри. Поясніть, досла це людина чи дитина, якщо відомо, що хвороба не пов'язана з патологією серцево-судинної системи.

5. В однієї людини захворювання шлунка, в іншої — захворювання серця. Вихідні величини АТ у них однакові (120/80 мм рт. ст.). У ході лікування в обох однаковою мірою знизився САТ. У якої людини слід у першу чергу переглянути тактику лікування? Обґрунтуйте відповідь.

6. При аускультатії легенів обстежуваному необхідно зробити кілька глибоких вдихів, після чого у деяких пацієнтів може з'явитися запаморочення. Поясніть причину такого явища.

7. В обстежуваного зареєстрована реоенцефалограма в бітемпоральному відведенні (електроди на скронях) у положенні лежачи і відразу після прийняття вертикальної пози (ортостаза). Під час вставання відмічено зниження амплітуди реограми — реографічного індексу — вдвічі, тривалість анакротичної частини реограми збільшилася з 0,07 до 0,10 с, тривалість повного реографічного циклу зменшилася з 0,8 до 0,5 с. Дайте фізіологічну інтерпретацію вказаним змінам реографічних показників. Поясніть фізіологічну основу методу. За рахунок яких механізмів відбувається компенсація ортостатичного перерозподілу крові у здорової людини? Як можна інтерпретувати на основі вказаних параметрів реоенцефалограми ортостатичну стійкість мозкового кровотоку обстежуваного?

8. У судинах легенів міститься відносно велика кількість крові. Тому легені інколи розглядають як депо крові, хоча і не основне. Поясніть, яка швидкість пульсової хвилі в судинах легенів: вища або нижча, ніж в інших судинах.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Тиск у капілярі дорівнює тиску в аорті мінус тиск, витрачений на подолання опору судин до капіляра. Тиск в аорті дорівнює хвилиному об'єму, що ділиться на опір, тобто:

$$5000 \text{ мл} : 37 \text{ мм} / (\text{л} \cdot \text{хв}) = 30 \text{ мм рт. ст.}$$

Отже, тиск, витрачений на подолання опору до капілярів, дорівнюватиме:  $130 - 20 = 110 \text{ мм рт. ст.}$

2. 10 мм рт. ст.

3. Якщо сумарний діаметр капілярів в 1000 разів більший сумарного діаметра артерій, це означає, що лінійна швидкість крові ними в стільки ж разів менша (адже об'ємна швидкість однакова). Отже, у цьому випадку кров рухається зі швидкістю 0,25 мм/с.

4. Картина капілярів характерна для здорової дитини.

5. Судинами шлунка, як і будь-якого іншого органа, кров тече протягом усього серцевого циклу. У серці ж коронарні судини під час систоли перетискаються і кров тече ними лише під час діастоли. Тому зниження ДАТ погіршує кровопостачання міокарда, що особливо небажано за умов патології серця.

6. Під час глибокого дихання в стані спокою (гіпервентиляція) у крові зменшиться кількість

CO<sub>2</sub>. Оскільки CO<sub>2</sub> розширює судини, то за умов зменшення його вмісту в крові станеться зворотне явище — тонус судин підвищиться і вони звужаться. Це призведе до зменшення припливу крові до мозку.

7. Під час вставання в обстежуваного реєструється тахікардія, знижується інтенсивність мозкового кровотоку і підвищується тонус артеріальних судин мозку. Реоенцефалографія застосовується для оцінки мозкового кровообігу. Метод заснований на реєстрації змінної складової пульсових коливань кровонаповнення головного мозку, яка допомагає отримувати інформацію про тонус мозкових судин і судинну реактивність. Для компенсації ортостатичних змін активується СНС. Відбувається централізація кровообігу. Така реакція розцінюється як адекватна в разі компенсації відмічених змін до 3–5 хв ортостаза.

8. У судинах, за необхідності, може міститися велика кількість крові (депо крові), отже, ці судини можуть значно розтягуватися. У такому разі їх стінки мають невелику жорсткість. А що нижча жорсткість стінки, то менша швидкість пульсової хвилі. Таким чином, у судинах легенів швидкість поширення пульсової хвилі нижча, ніж в інших жорсткіших судинах.

## **8.9. ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІМФООБІГУ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів функціонування лімфатичної системи необхідне для розуміння процесів метаболізму в тканинах і динамічного зв'язку між клітинами, тканинами й органами.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми лімфоутворення і рух лімфи лімфатичними судинами.

2. Основні фактори, що регулюють активність лімфатичної системи.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Лімфа, її склад.

2. Функції лімфи, її кількість в організмі.

3. Лімфоцитарна формула, значення її для діагностики.

4. Механізми утворення лімфи.

5. Рух лімфи лімфатичними судинами.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть структурні та функціональні особливості лімфатичної системи.

2. Перелічіть функції лімфатичної системи і лімфи.

3. Опишіть функціональне значення різних судин і вузлів лімфатичної системи.

4. Опишіть механізми утворення лімфи.

5. Складіть порівняльну таблицю складу лімфи і крові.

6. Поясніть механізми, що забезпечують лімфотечію.

7. Механізми регуляції лімфотечії. Лімфогенні речовини.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження роботи лімфатичного серця жаби з використанням матеріалів навчального відеофільму. (Зробіть висновок, занесіть його у протокол дослідження, розв'яжіть відповідні ситуаційні та тестові завдання.)

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Куди необхідно ввести катетер у тварини, аби зібрати лімфу з грудної лімфатичної протоки?

- A. У правий венозний кут
- B. У нижню порожнисту вену
- C. У верхню порожнисту вену
- D. У лівий венозний кут
- E. У ліву пахову вену

2. Швидкість утворення лімфи:

- A. 1–2 мл/год
- B. 10–20 мл/год
- C. 1,5–2 л/добу
- D. 5–10 л/добу
- E. 10–20 л/добу

3. Які фактори забезпечують утворення лімфи?

- A. Дифузія, фільтрація, осмос
- B. Колоїдно-осмотичний тиск, дифузія, величина кровопостачання органів, гідростатичний тиск
- C. АТ, тиск міжклітинної рідини, ОЦК
- D. Дифузія, АТ, ОЦК
- E. Гідростатичний тиск, фільтрація, величина кровопостачання органів

4. Підвищують утворення лімфи без змін стану лімфатичних капілярів:

- A. Гіпопротеїнемія, підвищення проникності стінок кровеносних капілярів
- B. Зниження гідростатичного тиску крові, підвищення гідростатичного тиску міжклітинної рідини
- C. Зниження опору в артеріолах, зниження АТ
- D. Гіперпротеїнемія, зниження проникності стінок капілярів
- E. Усі відповіді невірні

5. Знижують проникність капілярів і утворення лімфи:

- A. Гістамін, пептони, екстракти з суниці
- B. Ацетилхолін, збудження парасимпатичної нервової системи
- C. Гіпертонічні розчини глюкози і солей
- D. Екстракти з м'язів раків і п'явок
- E. Адреналін, норадреналін, збудження симпатичної нервової системи

6. Підвищує проникність капілярів і посилює утворення лімфи все, окрім:

- A. Ацетилхоліну, збудження парасимпатичної нервової системи

- B. Гіпертонічних розчинів глюкози і солей
- C. Лімфогонів — гістаміну, пептону
- D. Екстрактів із суниці і п'явок
- E. Запалення з будь-якої причини

7. Лімфотечія залежить від:

- A. Фізіологічного стану організму
- B. Скорочення скелетних м'язів
- C. Дихальних екскурсій грудної клітки
- D. Скоротливої активності лімфатичних судин
- E. Усі відповіді правильні

8. Лімфокрит (співвідношення об'єму формених елементів і лімфоплазми) у центральній лімфі становить у середньому:

- A. Менше 1 %
- B. 1–3 %
- C. 3–5 %
- D. 5–10 %
- E. 10–20 %

9. Усі перелічені механізми збільшують дифузний струм рідин, розчинених речовин і газів, окрім:

- A. Зниження опору в артеріолах
- B. Збільшення концентраційного градієнта крізь стінку капілярів
- C. Збільшення дифузної відстані
- D. Збільшення площі поверхні капілярів
- E. Збільшення часу перебування в капілярах

10. Лейкоцитарна формула лімфи в нормі виглядає таким чином:

- A. Лімфоцити — 95 %, моноцити — 2 %, еозинофіли — 1 %, інші клітини — 2 %
- B. Лімфоцити — 90 %, моноцити — 5 %, сегментоядерні нейтрофіли — 1 %, еозинофіли — 2 %, інші клітини — 2 %
- C. Лімфоцити — 90 %, моноцити — 5 %, базофіли — 3 %, інші клітини — 2 %
- D. Лімфоцити — 80 %, моноцити — 10 %, сегментоядерні нейтрофіли — 5 %, еозинофіли — 3 %, інші клітини — 2 %
- E. Лімфоцити — 80 %, моноцити — 15 %, еозинофіли — 3 %, інші клітини — 2 %

### Відповіді

1.D, 2.C, 3.B, 4.A, 5.E, 6.B, 7.E, 8.A, 9.C, 10.B.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Як впливає нервова система на лімфоутворення?

- A. Симпатична нервова система — прискорює
- B. Соматична нервова система — гальмує
- C. Парасимпатична нервова система — гальмує
- D. Парасимпатична нервова система — стимулює
- E. Соматична нервова система — тонізує

2. Лімфатична система виконує такі функції:  
А. Повернення білка й електролітів з тканинної рідини в кров

В. Підтримка постійності складу й об'єму інтерстиціальної рідини і мікросередовища клітин

С. Забезпечує механізми імунітету шляхом транспорту антигенів і антитіл, лімфоцитів і макрофагів

Д. Крізь лімфу в кров переносяться жири, що всмоктуються в ШКТ

Е. Усі відповіді вірні

3. Лімфоцити:

А. Після народження утворюються в кістковому мозку

В. Не відповідають на гормональні сигнали

С. Перетворюються на моноцити під дією антигенів

Д. Взаємодіють з еозинофільними лейкоцитами для утворення тромбоцитів

Е. Є складовою частиною протипухлинного імунітету

4. Лімфотечія від нижніх кінцівок:

А. Збільшиться, якщо людина переходить з горизонтального положення у вертикальне

В. Збільшиться під час масажу нижніх кінцівок

С. Збільшиться, якщо капілярна проникність зменшиться

Д. Зменшиться за умов недостатності венозних клапанів нижніх кінцівок

Е. Зменшиться під час фізичного навантаження

5. Як впливає на лімфоутворення зменшення онкотичного тиску плазми крові?

А. Збільшується

В. Зменшується

С. Не змінюється

Д. Збільшується, потім зменшується

Е. Зменшується, потім збільшується

6. Лімфа — це:

А. Кров без формених елементів і фібриногену

В. Отримані шляхом центрифугування крові формені елементи

С. Кров без формених елементів

Д. Рідина, що не містить еритроцитів і протікає в лімфатичних судинах

Е. Рідина, що містить воду і розчинені в ній солі

7. Склад і властивості лімфи залежать від:

А. Проходження лімфи через лімфатичний вузол

В. Органа, від якого лімфа відтікала

С. Їжі

Д. Усього перерахованого

Е. Усі відповіді невірні

8. До внутрішніх середовищ організму належать:

А. Інтерстиціальна рідина

В. Лімфа

С. Кров

Д. Усе перераховане

Е. Нічого з перерахованого

9. Чому дорівнює об'єм лімфи, що повертається в кров через грудну протоку за добу?

А. 1,0–3,0 л

В. 0,3–0,8 л

С. 3,5–4,0 л

Д. 4,5–5,0 л

Е. 5,5–6,0 л

10. Чому дорівнює фільтраційний тиск у капілярах, що сприяє утворенню лімфи?

А. 15–20 мм рт. ст.

В. 25–30 мм рт. ст.

С. 40–60 мм рт. ст.

Д. 60–80 мм рт. ст.

Е. 90–100 мм рт. ст.

### **Відповіді**

1.D, 2.E, 3.E, 4.B, 5.A, 6.D, 7.D, 8.D, 9.A, 10.A.

### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, чому не настає набряк у тканинах, якщо відомо, що в нормі вихід рідини з артеріального кінця капіляра на 25 % перевищує її вхід у венозний кінець.

2. У собаки викликали гостру ішемію міокарда, потім узяли деяку кількість лімфи, що відтікала від міокарда, і ввели в коронарні судини іншого собаки. Поясніть, що може статися з другим собакою.

3. Поясніть, попередники якого виду лейкоцитів відгалужуються від загального пулу стовбурових клітин першими і де відбувається їх подальше формування.

4. Поясніть фізіологічне значення призначення глюкокортикоїдів за умов трансплантації органів.

5. Відомо, що тиреоїдні гормони підвищують швидкість основного обміну більшості клітин організму. Назвіть органи, клітини яких не змінюють швидкість метаболізму за умов дії цих гормонів.

6. Поясніть, у яких органах і тканинах здійснюються процеси кровотворення у новонароджених дітей. Яка особливість кісткового мозку у дітей перших років життя?

7. Поясніть, чому при призначенні суспензій їх не можна вводити в кровеносні та лімфатичні судини, а також спинномозковий канал.

8. Обстежуваний 40 років звернувся до клініки з приводу стійкого кашлю протягом 2 міс., рецидивного оперізувального герпесу, генералізованої лімфаденопатії. Поясніть, з ураженням якого виду лімфоцитів можуть бути пов'язані дані симптоми.

9. Поясніть, у яких органах лімфатичної системи синтезуються білки, які беруть участь у формуванні гуморального імунітету. Назвіть їх і перерахуйте їхні фракції.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. У міжклітинному просторі істотним чином змінюється кількість рідини внаслідок усіляких функціональних і фізіологічних процесів у тканинах. Залишки рідини разом із продуктами метаболізму, які з різних причин не надійшли у венозний капіляр, потрапляють у лімфатичні капіляри тканин.

2. Сама по собі лімфа не може спричинити якінебудь шкідливі наслідки. Проте у разі ішемії в ній виявляється безліч токсичних продуктів. Введення такої лімфи може призвести до тяжких наслідків, аж до загибелі тварини.

3. Усі лейкоцити утворюються в червоному кістковому мозку з єдиної стовбурової клітини. Першими відгалужуються від загального пулу стовбурових клітин попередники лімфоцитів, подальше формування яких відбувається у вторинних лімфатичних органах.

4. Глюкокортикоїди індукують інволюцію лімфатичних вузлів, тимуса і селезінки, що сприяє зниженню вироблення антитіл. Подібний лімфоцитопенічний ефект сприяє запобіганню або редукції імунної відповіді за умов трансплантації органів.

5. Лімфатичні вузли, тимус, селезінка, мозок, легені, гонади і шкіра.

6. У кістковому мозку, у лімфатичних вузлах, тимусі, селезінці, лімфоїдній тканині кишечника. Особливістю кісткового мозку дітей перших років життя є наявність червоного кісткового мозку без осередків жовтого.

7. До складу суспензій входять нерозчинні тверді частинки, які здатні ушкодити стінки судин, а також спричинити значне тромбоутворення й емболію.

8. Ймовірно, даний стан зумовлений зниженням кількості Т-хелперів.

9. Глобуліни. Вони синтезуються у печінці, кістковому мозку, селезінці та лімфатичних вузлах. У формуванні гуморального імунітету беруть участь глобуліни, які є різними антитілами або імуноглобулінами 5 класів: Ig A, Ig G, Ig M, Ig D і Ig E. До глобулінів належать також і аглютиніни крові, що визначають її групову належність.

## **8.10. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ФІЗІОЛОГІЇ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Закріплення практичних навичок методів дослідження функціональних станів системи кровообігу, які використовуються з метою діагностики та лікування в клініці, — необхідна умова для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Основні процеси, які лежать в основі функціональної активності органів серцево-судинної системи, і механізми їх регуляції.

2. Методики дослідження функціональних станів системи кровообігу та їх клінічне використання.

*Перелік практичних навичок із фізіології системи кровообігу:*

1. Малювати схеми графіків МПД водія ритму серця SA-вузла і типових кардіоміоцитів робочого міокарда шлуночків серця.

2. Аналізувати:

- ЕКГ;
- ФКГ;
- СФГ;
- ЕхоКГ;
- структуру серцевого циклу;
- реограму (РГ);
- показники АТ;
- показники венозного тиску.

3. Малювати схеми контурів регуляції системного кровообігу за умов різних фізіологічних станів організму.

4. Тракувати роль особливостей регіонального кровообігу і його регуляції (легеневого, коронарного, мозкового, черевного) для забезпечення пристосувальних реакцій.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У яких судинах реєструється зникнення пульсового тиску?

- A. В аорті
- B. У артеріолах
- C. У капілярах
- D. У венулах
- E. У венах

2. Як змінюється коронарний кровотік під час систоли шлуночків?

- A. Збільшується
- B. Зменшується
- C. Не змінюється
- D. Збільшується, потім зменшується
- E. Зменшується, потім збільшується

3. З активізацією якого ферменту пов'язаний механізм дії ангіотензину<sub>2</sub>?

- A. Гуанілатциклази
- B. Протеїнкази А
- C. Фосфорилази С
- D. Протеїнкази А<sub>2</sub>
- E. Тирозинкінази

4. З активізацією якого ферменту пов'язаний механізм дії вазоінтестинального пептиду?

- A. Гуанілатциклази
- B. Протеїнкази А
- C. Фосфорилази С
- D. Протеїнкази А<sub>2</sub>
- E. Тирозинкінази

5. За умов підвищення АТ в аорті спрацьовують захисні механізми, за винятком:

- A. Зменшення сили серцевих скорочень
- B. Ефекту Анрепа

- C. Рефлексу пресорецепторів дуги аорти
- D. Зменшення ЧСС
- E. «Закону серця» (Франка — Старлінга)

6. Яку з нижчеперелічених речовин найдоцільніше застосувати в перші години виникнення ішемічного інсульту?

- A. Проінсулін
- B. Компоненти крові
- C. Антагоністи гліцинових рецепторів
- D. Блокатори  $\beta$ -рецепторів
- E. Тканинний активатор плазміногену

7. У людини виявили підвищення АТ. Укажіть можливу причину такого підвищення:

- A. Гіперполяризація кардіоміоцитів
- B. Розширення артеріол
- C. Зменшення ЧСС
- D. Підвищення тонуусу судин
- E. Підвищення тонуусу парасимпатичної нервової системи

8. В експерименті у тварини задня кінцівка денервована і сполучена з реєструючими приладами. Як зміняться досліджувані показники, якщо тварині ввести речовину, що збільшує капілярну проникність?

- A. Збільшиться маса кінцівки
- B. Зменшиться маса кінцівки
- C. Маса кінцівки не зміниться
- D. Усі відповіді вірні
- E. Усі відповіді невірні

9. Чому дорівнює тиск крові у венулах?

- A. 40–60 мм рт. ст.
- B. 5–15 мм рт. ст.
- C. Близько 0 мм рт. ст.
- D. 120/80 мм рт. ст.
- E. 15–30 мм рт. ст.

10. Яка частина судинного русла створює найбільший опір потоку крові?

- A. Аорта
- B. Артерії
- C. Артеріоли
- D. Капіляри
- E. Вени

#### **Відповіді**

1.B, 2.B, 3.C, 4.B, 5.E, 6.E, 7.D, 8.A, 9.B, 10.C.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. У яких судинах реєструється різке падіння АТ?

- A. В аорті
- B. В артеріолах
- C. У капілярах
- D. У венулах
- E. У венах

2. У яких судинах реєструється найнижчий АТ?

- A. В аорті
- B. В артеріолах

- C. У капілярах
- D. У венулах
- E. У венах

3. Чому дорівнює тиск крові у капілярах?

- A. 40–60 мм рт. ст.
- B. 5–15 мм рт. ст.
- C. Близько 0 мм рт. ст.
- D. 120/80 мм рт. ст.
- E. 15–30 мм рт. ст.

4. Чому дорівнює тиск крові в артеріолах?

- A. 40–60 мм рт. ст.
- B. 5–15 мм рт. ст.
- C. Близько 0 мм рт. ст.
- D. 120/80 мм рт. ст.
- E. 15–30 мм рт. ст.

5. Чому дорівнює тиск крові у великих венах?

- A. 40–60 мм рт. ст.
- B. 5–15 мм рт. ст.
- C. Близько 0 мм рт. ст.
- D. 120/80 мм рт. ст.
- E. 15–30 мм рт. ст.

6. Рефлекси з барорецепторів дуги аорти і каротидного синуса:

- A. Нормалізують підвищений АТ
- B. Запобігають підвищенню АТ
- A. Не впливають на рівень АТ
- B. Знижують нормальний АТ
- C. Підвищують нормальний АТ

7. Величина ДАТ зумовлена:

- A. Роботою міокарда
- B. Кількістю циркулюючої крові
- C. Периферичним опором судин
- D. В'язкістю крові
- E. Частотою пульсу

8. Імпульсна активність у депресорному нерві за умов підвищення АТ:

- A. Не змінюється
- B. Зменшується
- C. Зникає
- D. Посилюється
- E. Усі відповіді невірні

9. Тонус гладком'язового шару судин підтримується за рахунок збудження:

- A. Парасимпатичних нервів
- B. Симпатичних нервів
- C. Кори великих півкуль
- D. Сірої речовини спинного мозку
- E. Метасимпатичної нервової системи

10. Судини скелетних м'язів після внутрішньовенного вливання адреналіну:

- A. Розширюються
- B. Залишаються без змін
- C. Спочатку розширюються, потім звужуються
- D. Звужуються
- E. Спочатку звужуються, потім розширюються

ся

## Відповіді

1.B, 2.E, 3.E, 4.A, 5.C, 6.A, 7.C, 8.D, 9.B, 10.A.

## Ситуаційні завдання

1. У новонародженій тварини з обох боків перерізани і блукаючі, і симпатичні нерви, що іннервують серце. Поясніть, як зміниться ЧСС і чому.

2. Якщо приплив крові в передсердя істотно зростає і в них підвищується тиск, то відбувається рефлекторне підвищення утворення сечі. Поясніть, у чому фізіологічний сенс цієї реакції.

3. Людина раптово знепритомніла. Через деякий час знаходження в горизонтальному положенні свідомість постраждалого відновилося, але зберігається сплутаність свідомості, слабкість, запаморочення. Під час обстеження: дихання рівне, 20 за 1 хв; пульс слабого наповнення; ЧСС — 260 уд/хв; АТ — 85/65 мм рт. ст. Поясніть:

1) Яка вірогідна причина втрати свідомості?

2) З чим можуть бути пов'язані виявлені зміни кардіогемодинаміки (АТ і ЧСС)?

3) Яким чином (без вживання лікарських засобів) можна зменшити тахікардію?

4) Чи зміниться при цьому АТ? Які фізіологічні механізми лежать в основі запропонованих маніпуляцій?

4. В експериментальній тварини перерізани депресорні нерви, внаслідок чого сталося стійке підвищення АТ. Поясніть:

1) Яку ситуацію, виникнення якої можливе в природних умовах, моделює експеримент із перерізуванням нервів-депресорів?

2) Охарактеризуйте вказані нерви (розташування, фізіологічне значення й ін.).

3) З чим пов'язане підвищення тиску?

5. Розрахуйте величину максимального АТ у дітей віком 4 міс. і 2 роки.

6. Розрахуйте, чому приблизно дорівнює вік дитини, якщо її максимальний АТ становить 88 мм рт. ст.

7. Перед вами двоє дітей 8 років, однакової маси тіла, але в одній дитини максимальний АТ дорівнює 115 мм рт. ст., а в другій — 120 мм рт. ст. Поясніть, хто з них хлопчик.

8. Відношення просвіту артерії та просвіту супровідних вен дорівнює 1 : 1. Поясніть, це дорослий чи дитина.

9. Аналіз СФГ виявив, що її амплітуда мала і відсутні вторинні підйоми на низхідному коліні. Поясніть, для дітей якого віку характерна така СФГ і чим зумовлені ці особливості.

10. Поясніть, чи відповідає вказана частота пульсу віковим нормам? Якщо ні, то внесіть поправки: у віці 1 тиж. частота пульсу становить 120 за 1 хв, у віці 6 міс. — 100 за 1 хв, у 1 рік — 130 за 1 хв, у 5 років — 70 за 1 хв, у 10 років — 140 за 1 хв, у 15 років — 80 за 1 хв.

11. В обстежуваного для аналізу стану периферійного кровотоку зареєстрована СФГ плечової артерії, амплітуда якої була вдвічі нижча за нормативні дані, тривалість анакротичної частини 0,12 с (норма — 0,08–0,10 с), дикротична хвиля практично не виражена, тривалість циклу СФГ у середньому 0,6 с. Поясніть, чим можуть

бути зумовлені виявлені особливості СФГ. Яку додаткову інформацію дає аналіз СФГ порівняно з пальпаторним дослідженням пульсової хвилі?

12. Поясніть, як змінилися б параметри гемодинаміки, якби стінки аорти повністю втратили еластичність?

## Відповіді до ситуаційних завдань

1. ЧСС зменшиться, оскільки у новонароджених тонує має лише симпатикус, його виключення уповільнить роботу серця.

2. Посилений приплив крові до передсердь призводить до збільшеного її викиду в аорту, а це, у свою чергу, викличе підвищення АТ. Збільшення сечоутворення зменшує кількість рідини в кровоносній системі та призводить до падіння АТ.

3. 1) Вірогідна причина — напад пароксизмальної тахікардії. За такого ступеня тахікардії значно знижується тривалість фази діастолі і, відповідно, заповнення під час діастолі шлуночків серця кров'ю. Зниження насосної функції серця призведе до зниження мозкового кровотоку і до гіпоксії головного мозку, що і стало причиною втрати свідомості.

2) При падінні АТ зменшується імпульсація від барорецепторів судин, що веде до включення механізмів внутрішньої ланки саморегуляції — посилення серцевої діяльності.

3) Найпростішим способом зменшення тахікардії є проведення окосерцевого рефлексу.

4) Під час натискання на очні яблука подразнення передається в гіпоталамус, а далі — на центри довгастого мозку, де формується реакція у вигляді підвищення активності низхідного парасимпатичного впливу на серцевий ритм: ЧСС зменшується.

4. 1) При стійкій артеріальній гіпертензії відбувається адаптація барорецепторів, внаслідок чого імпульсація з них не надходить до судинорухового центру й АТ залишається на високому рівні.

2) Депресорні (аортальні) нерви: лівий починається нервовими волокнами, що ідуть до центру від розташованих у дузі аорти рецепторів, правий — від барорецепторів правої підключичної артерії. Обидва нерви у складі горлових нервів йдуть до вузлуватих гангліїв блукаючих нервів, а звідти — до довгастого мозку. Ними поширюється імпульсація під час зміни АТ.

3) За умов ненадходження пульсації від барорецепторів відбувається гальмування центральних нейронів блукаючого нерва і клітин, що мають вплив на спінальні центри. За реципрокним принципом дії збуджуються центри довгастого мозку, що викликає посилення роботи серця і зменшення просвіту судин, внаслідок чого підвищується АТ.

5. У дітей першого року життя належний максимальний тиск розраховується за формулою:

$$АТ = 76 + 2n, \text{ де } n \text{ — кількість місяців.}$$

Отже, у чотиримісячної дитини він має бути 84 мм рт. ст. У дітей одного року і старше належний максимальний тиск розраховується за формулою:



$AT = 100 + 2n$ , де  $n$  — кількість років.

Отже, у 2 роки він дорівнює 104 мм рт. ст.

6. Вік цієї дитини близько 6 міс., оскільки у дітей першого року життя належний максимальний тиск розраховується за формулою:

$AT = 76 + 2n$ , де  $n$  — кількість місяців.

Тобто  $n = (88 - 76) : 2 = 6$  міс.

7. У даному випадку час пульсової затримки 0,1 с, отже, швидкість пульсової хвилі 600 см/с.

8. Хлопчиком, у даному випадку, є дитина, у якої  $AT$  120 мм рт. ст., оскільки у хлопчиків віком від 5 до 9 років  $AT$  на 5 мм вищий, ніж у дівчаток того ж віку.

9. Це дитина. У дітей перших місяців життя сумарний просвіт дорівнює просвіту артерій.

10. Описані особливості характеризують СФГ новонародженого. Вони зумовлені частими серцевими скороченнями, частим пульсом і малою еластичністю судинної стінки.

11. У віці 1 тиж. частота пульсу становить 140 за 1 хв, у віці 6 міс. — 130 за 1 хв, у 1 рік — 120 за 1 хв, у 5 років — 100 за 1 хв, у 10 років — 80 за 1 хв, у 15 років — 70 за 1 хв.

12. Подібні зміни СФГ можуть свідчити про підвищення судинного тонуусу і тахікардію, що виявляються під час значної активації симпатoadреналової системи. Сфігмографія дозволяє отримати об'єктивний аналіз пульсової хвилі, визначити кількісні параметри таких характеристик пульсу, як напруження, наповнення, швидкість, що не можна виявити з допомогою фізичного пальпаторного дослідження.

13. Зміни були б дуже значними. Під час викиду крові в аорту весь систолічний об'єм не встигає пройти крізь неї через опір судинної системи. У результаті виникає тиск — потенційна енергія, у яку переходить енергія скорочення серця. Завдяки еластичності стінок аорти вони під впливом тиску крові розтягуються і тим самим запасують частину потенційної енергії. Під час діастолі стінки аорти спадаються, і нагромаджена енергія знову передається крові, сприяючи подальшому її просуванню. Якби аорта втратила еластичність, то і тиск крові під час систоли різко зріс би, навантаження на серце значно збільшилося, а кров почала б текти судинами переривчасто — лише під час систоли.

## Глава 9. ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ

*Конкретні цілі:*

1. Трактувати поняття системи дихання і механізми регуляції параметрів газового гомеостазу на підставі аналізу фізіологічних критеріїв функцій виконуючих структур системи, що забезпечують процеси дихання.

2. Робити висновки про стан кожного з етапів процесу дихання на підставі аналізу параметрів,

що характеризують зовнішнє дихання, дифузію газів через дихальну мембрану, транспортування газів кров'ю, дифузію газів між кров'ю і тканинами відповідно до рівня метаболізму.

3. Робити висновки про стан регуляції процесів дихання на підставі аналізу параметрів зовнішнього дихання за умов фізичного навантаження та проб із затримкою дихання.

4. Аналізувати регульовані параметри, що характеризують стан газообміну, і робити висновки про механізми регуляції процесу дихання у людини за різних умов.

5. Робити висновки про опір дихальних шляхів і регуляцію їх просвіту на підставі аналізу результатів пневмотахометрії (пневмотахографії).

6. Пояснювати вікові особливості процесу дихання та їх регуляції. Обґрунтовувати фізіологічні основи спірометрії, спірографії, пневмотахометрії, визначення параметрів газообміну.

### 9.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ДИХАННЯ. АНАЛІЗ СПІРОГРАМИ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів зовнішнього дихання й аналіз його показників необхідні для розуміння та оцінки процесу дихання за умов різних функціональних станів.

*Мета заняття.* Знати:

1. Будову і функції дихальної системи.
2. Статичні та динамічні показники зовнішнього дихання за умов різних функціональних станів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Будова і функції дихальної системи.
2. Значення дихання для організму.
3. Етапи дихання, їх послідовність і фізіологічне значення.
4. Статичні та динамічні показники зовнішнього дихання.
5. Дихальний цикл.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перерахуйте етапи дихання, укажіть їх значення для організму.
2. Перерахуйте дихальні об'єми і ємності, дайте їм визначення.
3. Опишіть фізіологічне і клінічне значення визначення належних величин показників вентиляції легенів.
4. Замалюйте схему спірограми людини. Укажіть основні показники.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження життєвої ємності легенів за допомогою спірометрії.
2. Дослідження показників зовнішнього дихання за допомогою спірографії.

*Методика дослідження життєвої ємності легенів за допомогою спірометрії*

Спірометрія — метод визначення життєвої ємності легенів (ЖЄЛ) і складових її об'ємів.

Функціональний стан легенів залежить від віку, статі, фізичного розвитку і деяких інших факторів. Для оцінки функції зовнішнього дихання в даної особи слід порівнювати виміряні у неї легеневі об'єми з належними величинами. Належні величини розраховують за формулою або визначають за номограмами. Відхилення на  $\pm 15\%$  розцінюють як неістотні.

*Для роботи необхідні:* водяний або сухоповітряний спірометр, носовий затискач, клапанний пристрій, загубник, кран, спирт, бавовняна тканина.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Мундштук спірометра протирають бавовною, змоченою спиртом. Випробовуваний після максимального вдиху робить максимально глибокий видих у спірометр. За шкалою спірометра визначають ЖЄЛ. Точність результатів підвищується, якщо вимірювання ЖЄЛ повторюють кілька разів і обчислюють середню величину. За умов неодноразових вимірів необхідно кожного разу встановлювати шкалу спірометра у вихідне положення. Для цього у водяного спірометра з внутрішнього циліндра витягують пробку, і циліндр опускається, а в сухоповітряного (сухого) спірометра повертають вимірювальну шкалу і нульове ділення поєднують зі стрілкою. Визначають ЖЄЛ у положенні випробовуваного стоячи або лежачи, а також після фізичного навантаження. Відзначають різницю між результатами вимірів.

Для вимірювання легеневих об'ємів, складових ЖЄЛ доцільно з'єднати спірометр через кран з клапанним пристроєм і загубником. Випробовуваний, у якого ніс затиснутий носовим затискачем, дихає крізь загубник і клапанний пристрій. Спочатку кран встановлюють так, щоб вдихуване повітря надходило в спірометр. Підраховують кількість дихальних рухів. Розділивши показаний спірометра на кількість видихів, зроблених у спірометр, визначають дихальний об'єм повітря.

Для визначення резервного об'єму видиху випробовуваного просять зробити після чергового спокійного видиху максимальний видих у спірометр. За шкалою спірометра визначають резервний об'єм видиху. Повторюють виміри кілька разів, обчислюючи середню величину.

Резервний об'єм вдиху можна визначити двома способами: обчислити або виміряти спірометром. Для його обчислення необхідно від величини ЖЄЛ відняти суму дихального і резервного об'ємів повітря. Під час виміру резервного об'єму вдиху спірометром у нього набирають певний об'єм повітря і випробовуваний після спокійного вдиху робить максимальний вдих із спірометра. Різниця між первинним об'ємом повітря у спірометрі й об'ємом, що залишився там після

глибокого вдиху, відповідає резервному об'єму вдиху.

Залишковий об'єм повітря можна виміряти лише непрямими методами. Принцип таких методів полягає в тому, що в легені або вводять чужорідний газ типу гелію (метод розведення), або вимивають азот, що міститься в альвеолярному повітрі, змушуючи випробовуваного дихати чистим киснем (метод вимивання). В обох випадках шуканий об'єм обчислюють, виходячи з кінцевої концентрації газу. Останнім часом набуло значного поширення вимірювання залишкового об'єму повітря за допомогою інтегрального плетизмографа. Вважається, що за нормою залишковий об'єм становить 25–30 % від величини ЖЄЛ.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані внесіть до табл. 9.1.

Порівняйте величину ЖЄЛ, виміряну спірометром, з належною ЖЄЛ, знайденою за номограмою. Розрахуйте залишковий об'єм, а також ємності легенів: загальну ємність легенів, резерв вдиху (ємність вдиху) і функціональну залишкову ємність. Зробіть висновок, від яких факторів залежить величина ЖЄЛ.

#### **Методика дослідження показників зовнішнього дихання за допомогою спірографії**

Спірографія — метод графічної реєстрації показників функції зовнішнього дихання за допомогою спірографа. Спірограф — прилад замкнутої газообмінної системи. Основні елементи спірографа — один або частіше два водяні спірометри, які разом із кранами, трубопроводами, вентиляторами, поглиначами вологи та вуглекислого газу, газоаналізатором і записуючим кімографом утворюють замкнуту повітряну систему.

Легеневі об'єми і ємності залежать від віку, статі, розмірів тіла, положення його у просторі та ступеня тренуваності. У жінок ЖЄЛ у середньому на 25 % менша, ніж у чоловіків. У молодих людей ЖЄЛ можна обчислити, виходячи з такого емпіричного рівняння:

$$\text{ЖЄЛ (л)} = 2,5 \cdot \text{зріст (м)}.$$

*Для роботи необхідні:* спірограф, стерильні загубники або маска, затискач для носа, спирт, бавовняна тканина.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Перед дослідженням апарат необхідно включити в мережу і перевірити систему протягом 3–4 хв. Перші 2 хв випробовуваний дихає атмосферним повітрям, потім за допомогою загубника за умов вимкненого носового дихання (затискач для носа) він повністю переходить на дихання в спірограф у фазі «кінець видиху — початок вдиху». На рухомій стрічці

Таблиця 9.1

ЖЄЛ та її компоненти	1-ше вимірювання	2-ге вимірювання	3-тє вимірювання	Середній показник
PO вдиху				
ДО				
PO видиху				
ЖЄЛ				

реєструються усі дихальні коливання. Крива, записана за допомогою спірографа, називається спірограмою. Залежно від типу спірографа масштаб його шкали може бути 1 : 20 або 1 : 40 (1 мм шкали по вертикалі відповідає 20 або 40 мл).

За допомогою спірограми визначають такі показники:

1. Частота дихання (ЧД) — кількість дихань за 1 хв. Для визначення цього показника реєструють дихальні рухи у спокійному стані протягом 3–5 хв. Підраховують кількість зубців на спірограмі, яку відповідно ділять на 3 (5).

2. Дихальний об'єм (ДО) — кількість повітря, яку людина вдихає і видихає під час спокійного дихання. Для визначення цього показника за записом спірограми обчислюють середню висоту (амплітуду) дихальних рухів, множать її на відстань просування дзвону в приладі відповідно до масштабу шкали приладу. Наприклад, якщо середня амплітуда дихального циклу становить 21 мм, а масштаб шкали 1 : 20, то  $ДО = 21 \cdot 20 = 420$  мл. Фізіологічна норма показника коливається від 350 до 650 мл.

3. Хвилинний об'єм дихання (ХОД) — кількість повітря, що вдихається або видихається за 1 хв. Цей показник характеризує інтенсивність дихання і процес вентиляції за умов спокою. Обчислюють ХОД шляхом множення дихального об'єму на частоту дихання:  $ХОД = ДО \cdot ЧД$ .

У нормі величина ХОД коливається від 5 до 10 л. Збільшення ХОД свідчить про підвищену роботу органів дихання в результаті розвитку дихальної недостатності, зниження вказує на пригнічення компенсаторних механізмів.

4. Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) — максимальна кількість повітря, яку можна видихнути після максимального вдиху. Дослідження проводять тричі, враховуючи кращий показник. Нормальна величина ЖЄЛ коливається від 2500 до 5000 мл. На спірограмі визначають відстань від вершини інспіраторного до вершини експіраторного коліна і відповідно до масштабу шкали спірографа роблять перерахунок у мілілітри. Наприклад, якщо відстань на шкалі дорівнює 150 мм, то при масштабі спірографа 1 : 20 величина ЖЄЛ становитиме  $150 \cdot 20 = 3000$  мл.

Життєва ємність легень включає три об'єми: ДО, резервний об'єм вдиху ( $РО_{вд}$ ) і резервний об'єм видиху ( $РО_{вид}$ ). У клінічній практиці збільшення ЖЄЛ спостерігається рідко. Її зниження свідчить про зменшення дихальної поверхні легенів, а також про рестриктивне порушення вентиляції (до рестриктивного типу вентиляції належать усі патологічні стани, при яких знижуються дихальні екскурсії легенів).

5. Резервний об'єм вдиху ( $РО_{вд}$ ) — об'єм повітря, яке можна вдихнути додатково після звичайного вдиху. Випробовуваному після спокійного видиху пропонують зробити глибокий вдих, потім за спірограмою вимірюють відстань від вершини спокійного вдиху до вершини додаткового глибокого вдиху. Якщо ця відстань становить 70 мм, а масштаб шкали спірографа 1 : 20, то  $РО_{вд} = 70 \cdot 20 = 1400$  мл. У нормі цей показник коливається від 1300 до 2000 мл.

6. Резервний об'єм видиху ( $РО_{вид}$ ) — об'єм повітря, яке можна додатково видихнути після звичайного видиху. Його величину обчислюють за спірографічною кривою від нижнього краю видиху до його нижньої точки. Нормальна величина  $РО_{вид}$  коливається в межах від 1500 до 2000 мл.

7. Об'єм форсованого видиху за першу секунду ( $ОФВ_1$ ).

8. Тривалість нормального вдиху і видиху визначають під час швидкості руху паперу 600 мм/хв. Випробовуваний робить спокійні дихальні рухи. На спірограмі визначають у міліметрах тривалість обох фаз дихання й обчислюють відношення тривалості фази вдиху до фази видиху. У нормі співвідношення дорівнює 1 : 1,3 і збільшується за наявності у хворих обструктивних процесів.

9. Максимальна вентиляція легенів (МВЛ) — об'єм повітря, що проходить крізь легені через певний проміжок часу під час дихання з максимально можливою частотою і глибиною. Діагностична цінність цього показника полягає в тому, що він відображає резерви дихальної функції, а зниження цих резервів служить ознакою патологічного стану. Для визначення максимальної вентиляції легенів здійснюють спірометричний вимір у випробовуваного, який проводить форсовану гіпервентиляцію з частотою дихальних рухів близько 40–60 за 1 хв. Тривалість дослідження повинна складати приблизно 10 с, інакше можуть розвиватися гіпервентиляційні ускладнення (респіраторний алкалоз). Максимальна вентиляція легенів залежить від віку, статі, зросту і маси тіла. У нормі у молодій людини вона дорівнює 120–170 л/хв. Знижується МВЛ як за умов обструктивних, так і рестриктивних порушень вентиляції.

Спірографію під час фізичного навантаження, коли значно збільшуються хвилинний об'єм дихання і вживання кисню, доцільно проводити спірографом із двома спірометрами. За цих умов один спірометр заповнюють атмосферним повітрям, другий — чистим киснем.

Випробовуваний, працюючи на велоергометрі, дихає із спірометра, заповненого атмосферним повітрям. У міру поглинання кисню з цього спірометра в нього надходить відповідна кількість чистого кисню з іншого спірометра. Під час цього реєструють два записи. Один відображає частоту і глибину дихання, другий — кількість поглиненого кисню за 1 хв — хвилинне поглинання кисню (ХПК); у спокої в нормі цей показник становить 200–300 мл/хв.

*Результати роботи та їх оформлення.* На спірограмі визначіть легеневі об'єми і ємності, ХОД, МВЛ, ХПК. Порівняйте дані у спокої та за умов фізичного навантаження, фактичні результати з нормою. Зробіть висновки.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Які необхідно мати дані для оцінки життєвої ємності легенів (ЖЄЛ)?

А. ЖЄЛ обстежуваного

- В. Стать і вік обстежуваного
- С. Зріст і стать обстежуваного
- Д. Загальну ємність легенів
- Е. Дані фізичного розвитку

2. Про наявність якого захворювання легенів можна думати за умов збільшення залишкового об'єму?

- А. Пневмонії
- В. Плевриту
- С. Емфіземи
- Д. Бронхіту
- Е. Туберкульозу

3. Про що свідчить зниження індексу Тіффно?

- А. Збільшення бронхіальної прохідності
- В. Зниження ефективності дихання
- С. Порушення поглинання кисню
- Д. Зниження бронхіальної провідності
- Е. Зміна загальної ємності легенів

4. Які об'єми утворюють функціональну залишкову ємність?

- А. Залишковий об'єм і резервний об'єм видиху
- В. Залишковий об'єм і альвеолярний мертвий простір
- С. Дихальний об'єм і резервний об'єм вдиху
- Д. Дихальний об'єм і резервний об'єм видиху
- Е. Дихальний об'єм і резервний об'єм вдиху і видиху

5. Які об'єми утворюють ЖЄЛ?

- А. Залишковий об'єм і резервний об'єм видиху
- В. Залишковий об'єм і альвеолярний мертвий простір
- С. Дихальний об'єм і резервний об'єм вдиху
- Д. Дихальний об'єм і резервний об'єм видиху
- Е. Дихальний об'єм і резервний об'єм вдиху та видиху

6. Фактичні показники зовнішнього дихання можна визначити:

- А. За формулами і таблицями
- В. За таблицями і номограмами
- С. Методом спірографії
- Д. Методом спірометрії
- Е. Методами спірографії та спірометрії

7. Належні показники зовнішнього дихання можна визначити:

- А. За формулами і таблицями
- В. За таблицями і номограмами
- С. Методом спірографії
- Д. Методом спірометрії
- Е. Методами спірографії та спірометрії

8. Який об'єм не входить у ЖЄЛ?

- А. Дихальний об'єм
- В. Резервний об'єм вдиху
- С. Залишковий об'єм
- Д. Резервний об'єм видиху
- Е. Усе вищеперелічене

9. Від яких факторів залежить ЖЄЛ?

- А. Вік

- В. Стать
- С. Зріст і маса тіла
- Д. Рівень фізичного розвитку
- Е. Усе вищеперелічене

10. Чому дорівнює хвилиний об'єм дихання, якщо ЧД — 15 за 1 хв, ДО — 500 мл, а ЖЄЛ — 4000 мл?

- А. 20 000 мл
- В. 9000 мл
- С. 7500 мл
- Д. 6000 мл
- Е. 4000 мл

### Відповіді

1.В, 2.С, 3.А, 4.А, 5.Е, 6.А, 7.Е, 8.С, 9.В, 10.Д.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Обстежуваний після кількох спокійних вдихів робить максимальний вдих, а потім максимально глибокий видих у спірометр, на шкалі якого реєструється об'єм, що видихається. Який показник зовнішнього дихання визначається за цих умов?

- А. Резервний об'єм вдиху
- В. Форсована життєва ємність легенів
- С. ЖЄЛ
- Д. Швидкість видиху
- Е. Об'єм форсованого видиху

2. Який об'єм повітря називається залишковим?

- А. Об'єм повітря, що залишається у повітряно-носних шляхах після спокійного видиху
- В. Об'єм повітря, що залишається в легенях після максимального видиху
- С. Об'єм повітря, що залишається в легенях після субмаксимального видиху
- Д. Сума резервних об'ємів вдиху і видиху
- Е. Різниця між резервним об'ємом видиху й об'ємом мертвого простору

3. Який об'єм можна визначити, якщо від об'єму життєвої ємності легенів відняти дихальний об'єм і резервний об'єм вдиху?

- А. Залишковий об'єм
- В. Функціональний залишковий об'єм
- С. Об'єм функціонального мертвого простору
- Д. Об'єм анатомічного мертвого простору
- Е. Резервний об'єм видиху

4. Випробовуваний здійснює максимально глибокий вдих і потім робить максимально глибокий і швидкий видих. Прилад показує об'єм повітря, що видихається, і об'єм повітря, що видихається за першу секунду. Які параметри зовнішнього дихання показує прилад?

- А. Резервний об'єм видиху й індекс Тіффно
- В. ЖЄЛ і швидкість газообміну в альвеолах
- С. Загальну ємність легенів і швидкість руху повітря в дихальних шляхах

Д. Форсовану ЖЄЛ і об'єм форсованого видиху за першу секунду (ОФВ<sub>1</sub>)

Е. Максимальну вентиляцію легенів та індекс Тіфно

5. Який із запропонованих показників не відповідає нормі?

- А. Форсована ЖЄЛ на 20 % більше ЖЄЛ
- В. ЖЄЛ 4,5–6 л
- С. ОФВ<sub>1</sub> 70–90 % від ЖЄЛ
- Д. МВЛ 6 л
- Е. ДО 0,5 л

6. У 4 молодих людей зареєстрована спірограма. Під час визначення форсованої ЖЄЛ отримані об'єми форсованого видиху за першу секунду (ОФВ<sub>1</sub>). Укажіть, у кого з випробовуваних виявлено відхилення від норми?

- А. ОФВ<sub>1</sub> 70 % від ЖЄЛ у першої людини
- В. ОФВ<sub>1</sub> 90 % від ЖЄЛ у другій людини
- С. ОФВ<sub>1</sub> 80 % від ЖЄЛ у третьої людини
- Д. ОФВ<sub>1</sub> 50 % від ЖЄЛ у четвертій людини
- Е. Усі показники відхилені від норми

7. У чоловіка середнього віку, зросту і маси тіла зареєстровані такі параметри зовнішнього дихання: ЖЄЛ — 4,5 л; форсована ЖЄЛ — 4,3 л; ОФВ<sub>1</sub> — 2,15 л; ХОД — 6 л; ДО — 0,5 л. Який параметр має відхилення від норми?

- А. ЖЄЛ
- В. Форсована ЖЄЛ (ФЖЄЛ)
- С. ОФВ<sub>1</sub> (проба Тіфно)
- Д. ХОД
- Е. Дихальний об'єм (ДО)

8. Про що свідчить зниження об'єму форсованого видиху за першу секунду (проба Тіфно) за умов нормальної ЖЄЛ?

- А. Слабкість скорочення дихальних м'язів
- В. Звуження просвіту ділянок повітроносних шляхів
- С. Зниження збудження експіраторних нейронів
- Д. Збільшення функціонального мертвого простору
- Е. Зниження збудливості  $\alpha$ -адренорецепторів бронхів

9. Яка кількість повітря залишається в легенях після глибокого видиху?

- А. 100 мл
- В. 2000 мл
- С. 500 мл
- Д. 1000 мл
- Е. 10 мл

10. Які показники складають загальний об'єм легенів?

- А. ЖЄЛ і залишковий об'єм
- В. Дихальний об'єм і функціональна залишкова ємність
- С. Резервний об'єм вдиху і резервний об'єм видиху
- Д. Функціональна залишкова ємність і ємність вдиху
- Е. Ємність вдиху і залишковий об'єм

## Відповіді

1.С, 2.В, 3.Е, 4.Д, 5.А, 6.Д, 7.С, 8.В, 9.Д, 10.А.

## Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте ефективність легеневої вентиляції при дихальних об'ємах (ДО), що дорівнюють 500, 1000, 1500 мл, та за умов, що функціональна залишкова ємність дорівнює 2500 мл.

2. Розрахуйте, чому дорівнюють: ДО, РОвд і РОвид, функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) і ємність вдиху (Євд), якщо ЖЄЛ дорівнює 4000 мл, а співвідношення складових її об'ємів знаходиться в межах норми.

3. Розрахуйте, чому дорівнює належна ЖЄЛ у жінки зростом 165 см у 30-літньому віці.

4. Розрахуйте належну ЖЄЛ у чоловіка віком 45 років, якщо його зріст 181 см.

5. Дослідження дихальних об'ємів у людини 65 років, зростом 170 см показало, що ЖЄЛ дорівнює 4800 мл, загальна ємність легенів — 6800 мл. Визначте, чи є порушення легеневої вентиляції у цієї людини, якщо співвідношення ДО, складових ЖЄЛ залишилися в межах норми.

6. Розрахуйте, на яку величину зміниться ХОД, якщо у спокої кількість дихальних рухів (ЧД) дорівнювала 20 за 1 хв, ДО — 600 мл, а під час фізичної роботи ЧД збільшилася удвічі, ДО — на 300 мл.

7. Розрахуйте, якою має бути ЖЄЛ у чоловіка, основний обмін (ОО) якого становить 1800 ккал на добу.

8. Розрахуйте належну ЖЄЛ у жінки, якщо відомо, що її ОО дорівнює 1500 ккал на добу.

9. Розрахуйте, чому приблизно дорівнює об'єм альвеолярного повітря в кінці звичайного видиху і в кінці звичайного вдиху.

10. Розрахуйте, як змінюється склад альвеолярного повітря під час спокійного дихання.

11. Спірометрія показала, що ЖЄЛ випробовуваного дорівнює 3800 мл, з неї РОвд — 1700 мл, РОвид — 1500 мл. Розрахуйте, скільки повітря надходить у цієї людини в альвеоли за 1 хв, якщо за цей час вона робить 18 дихальних рухів.

12. Троє людей однакового віку і статури беруть участь у забігу на 1000 м. У кінці дистанції ХОД у першого і другого становив по 120 000 мл, у третього — 60 000 мл; ЧД дорівнює відповідно 40, 80 і 40 за 1 хв. Розрахуйте, який, на Вашу думку, бігун найбільш тренований і чому.

13. Визначення показало, що ЖЄЛ випробовуваного дорівнює 3000 мл. Із них 400 мл припадає на ДО. Розрахуйте, які у цієї людини об'єм альвеолярного повітря і коефіцієнт легеневої вентиляції, якщо відомо, що співвідношення дихальних об'ємів ЖЄЛ нормальне. Об'єм мертвого простору прийняти за 150 мл.

14. Поясніть, чи відповідають наведені дані дійсності. Відношення ХОД до маси тіла (кг) у період новонародженості дитини дорівнює 190 мл/кг, в 1 рік — 100 мл/кг, у 6 років — 300 мл/кг, у дорослої людини — 170 мл/кг.

15. Розрахуйте величину ХОД у новонародженої дитини у спокої, якщо ДО дорівнює 20 мл.

16. Розрахуйте, у скільки разів ХОД дорослої людини в стані спокою більше ХОД новонародженої дитини, якщо ДО дорослого дорівнює 500 мл.

17. У деяких людей, хворих на бронхіальну астму, на ранній її стадії відбувається збільшення ЖЄЛ. При лікуванні величина ЖЄЛ повертається до початкової. Поясніть це явище.

### Відповіді до ситуаційних завдань

1. Ефективність легеневої вентиляції визначається відношенням об'єму повітря, який увійшов до альвеол, до того, який там знаходився. У альвеоли входить дихальний об'єм (ДО), плюс об'єм мертвого простору (ОМП), який становить 150 мл. У легенях перед вдихом міститься функціональна залишкова ємність (ФЗЄ), яка дорівнює сумі залишкового об'єму і резервного об'єму видиху. Звідси легко розрахувати, що ефективність легеневої вентиляції при заданих дихальних об'ємах дорівнюватиме відповідно 14; 34; 54 %.

2. У нормі ДО становить 20 %;  $RO_{\text{вд}}$  і  $RO_{\text{вид}}$  — по 40 % від ЖЄЛ;  $ФЗЄ = RO_{\text{вид}} + OO$ ;  $Є_{\text{вд}} = ДО + RO_{\text{вд}}$ ;  $ОО = 30 \% ЖЄЛ$ . Отже, у даному випадку  $ДО = 800$  мл;  $RO_{\text{вд}}$  і  $RO_{\text{вид}}$  — по 1600 мл;  $ФЗЄ = 2800$  мл;  $Є_{\text{вд}} = 2400$  мл.

3. Належна ЖЄЛ жінки =  $H (21,78 - 0,101 A)$ , де  $H$  — зріст (см),  $A$  — вік (роки) — формула Болдуїна. У даному випадку належна ЖЄЛ = 3620 мл.

4. За формулою Болдуїна належна ЖЄЛ чоловіка =  $H (27,63 - 0,112 A)$ , де  $H$  — зріст (см),  $A$  — вік (роки). У даному випадку належна ЖЄЛ = 4940 мл.

5. Відомо, що нормальне співвідношення дихальних об'ємів таке:  $ДО = 20 \% ЖЄЛ$ ;  $RO_{\text{вд}} = RO_{\text{вид}} = 40 \% ЖЄЛ$ . Легенева вентиляція (ЛВ) дорівнює:  $(ДО - ОМП) : ФОЕ$ ;  $ФЗЄ = OO + RO_{\text{вид}}$ ;  $ОО = ЖЄЛ - ЖЄЛ$ .

Належна ЖЄЛ за формулою Болдуїна для чоловіків =  $H (27,63 - 0,112 \cdot A)$ , де  $H$  — зріст (см),  $A$  — вік (роки). В даному випадку належна ЖЄЛ = 170  $(27,63 - 0,112 \cdot 65) = 3459,5$  мл. Необхідно порівняти міру фактичної ЛВ з належною. Під час визначення належної ЛВ замість ЖЄЛ у розрахунку приймається належна ЖЄЛ. Після проведення розрахунків отримаємо, що фактично:

$ЛВ = (960 - 150) : (2000 + 1920) = 810 : 3920 = 0,207$ , або 20,7 %, тоді як має бути:

$ЛВ = (691,9 - 150) : (3340,5 + 1383,8) = 541,9 : 4724,3 = 0,1147$ , або 11,47 %. Це виходить за межі допустимих коливань, що може спостерігатися як компенсаторний стан за умов погіршеного видиху.

6.  $МОД$  у спокої =  $ДО \cdot ЧД = 20 \cdot 600$  мл = 12 000 мл.

Під час роботи  $ЧД = 40$ ,  $ДО = 900$  мл,  $МОД = 40 \cdot 900$  мл = 35 000 мл.

Таким чином,  $МОД$  зріс на 200 % (втричі) порівняно зі спокоєм.

7. За формулою Антоні належна ЖЄЛ у чоловіків:  $2,6 \cdot OO = 2,6 \cdot 1800 = 4680$  мл.

8. За формулою Антоні належна ЖЄЛ у жінок:  $2,2 \cdot OO = 2,2 \cdot 1500 = 3300$  мл.

9. У кінці звичайного видиху в легенях знаходиться функціональна залишкова ємність (ФЗЄ), мінус об'єм повітря мертвого простору (ОМП), що в нормі становить близько 2350–2500 мл. У кінці звичайного вдиху до цього об'єму додається дихальний об'єм (ДО).

10. У легенях у спокої в альвеолах знаходиться  $ФЗЄ - ОМП$ , тобто 2500 мл. У ньому 14,4 % кисню, тобто 360 мл. Під час спокійного вдиху в альвеоли входить  $ДО - ОМП$ , тобто додатково надходить 72 мл  $O_2$ . Загальна кількість останнього в альвеолярному повітрі сягає 432 мл. Об'єм альвеолярного повітря під час вдиху дорівнює 2850 мл, отже, в ньому міститься тепер 15 %  $O_2$ .

11. За один вдих 600 мл, за хвилину — 1080 мл.

$$ДО = ЖЄЛ - RO_{\text{вд}} - RO_{\text{вид}}$$

12. У тренованої людини найбільший ХОД досягається за найменшою ЧД за рахунок поглиблення дихання. Краще тренована перша людина, найгірше — третя.

13. Об'єм альвеолярного повітря дорівнює  $ФЗЄ - ОМП$ . Якщо  $ОО$  прийняти за 1500 мл, а  $RO_{\text{вд}}$  таким, що дорівнює  $RO_{\text{вид}}$ , то ці об'єми у такому разі дорівнюють по 1300 мл. Об'єм альвеолярного повітря звідси дорівнює:  $1300 + 1500 - 150 = 2650$  мл. Легенева вентиляція дорівнює:

$$(ДО - ОМП) : ФЗЄ = (400 - 150) : 2800 = 9 \%$$

14. Дані невірні. У нормі відношення ХОД до маси тіла (кг) у перший день життя дитини становить 190 мл/кг, в 1 рік — 300 мл/кг, у 6 років — 17 мл/кг, у дорослої людини — 170 мл/кг.

15. Оскільки у спокої в новонародженої дитини ЧД сягає 60–70 за 1 хв, то ХОД у даному випадку дорівнює 120–140 мл/хв.

16. Оскільки ЧД у дорослої людини у спокої становить 16–18 за 1 хв, ХОД дорослого дорівнює 8–9 л, ХОД новонародженого — 0,12–0,14 л. Отже, ХОД дорослого більший за ХОД новонародженого у 57–75 разів.

17. За умов бронхіальної астми відбувається спазм дрібних бронхіол, що значно ускладнює дихання, особливо видих. За цих умов збільшення ЖЄЛ є компенсаторною пристосовною реакцією організму, яка забезпечує значне розтягнення легенів під час вдиху, що за рахунок зростання еластичного напруження тканини альвеол сприяє енергійнішому видиху. Під час одужання відбуваються зворотні явища і ЖЄЛ зменшується, оскільки знижується необхідність в енергійнішому видиху.

## 9.2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОВНІШНЬОГО ДИХАННЯ. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУВДИХУ І ВИДИХУ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів вдиху і видиху необхідне для оцінки стану органів дихання в лікарській практиці.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізм вдиху і видиху.
2. Методики оцінки параметрів зовнішнього дихання.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Біомеханіка вдиху і видиху.
2. Тиск у плевральній порожнині. Його зміна під час дихання.
3. Фізіологічна характеристика дихальних шляхів, їх функції.
4. Значення миготливого епітелію.
5. Еластичні властивості легенів і стінок грудної клітки.
6. Поверхнєве натягнення альвеол, його механізми.
7. Сурфактант, його значення.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть послідовність процесів, в результаті яких відбуваються вдих і видих.
2. Намалюйте схему грудної клітки і положення діафрагми під час вдиху і видиху.
3. Намалюйте схеми дії зовнішніх і внутрішніх міжреберних м'язів під час вдиху і видиху.
4. Поясніть, що таке негативний тиск у плевральній порожнині, механізм його виникнення.
5. Укажіть величини негативного тиску в плевральній порожнині залежно від фаз дихання та його глибини.
6. Перелічіть функції сурфактанта.
7. Опишіть, що таке аеродинамічний опір, укажіть його значення для легеневої вентиляції.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження максимальної швидкості вдиху і видиху за умов форсованого дихання (пневмотахометрія).

#### **Методика проведення пневмотахометрії**

Вимірювання максимальної швидкості вдиху і видиху за умов форсованого дихання — пневмотахометрія — простий метод діагностики порушень прохідності бронхів, який залежить як від сили дихальної мускулатури, так і від просвіту бронхів і механоеластичних властивостей легенів. Отримані під час пневмотахометрії показники прийнято називати потужністю вдиху і видиху. Вони коливаються в досить широких межах, тому цінність цього методу підвищується за умов повторних досліджень одного і того ж обстежуваного.

*Для роботи необхідні:* пневмотахометр із пневмотахометричною трубкою, спирт, бавовняна тканина, носовий затискач.

*Об'єкт дослідження* — людина.

Пневмотахометр — це стрілочний диференціальний манометр, градуйований за значеннями повітряного потоку, які відповідають різниці тисків до і після діафрагми в пневмотахометричній трубці.

*Проведення роботи.* Дослідження виконують у положенні випробовуваного стоячи або сидячи. Для вимірювання максимальної швидкості видиху він робить повний вдих, а потім максимально швидкий видих через трубку пневмотахометра. Під час вимірювання максимальної

швидкості вдиху випробовуваний після глибокого видиху здійснює максимально швидкий і глибокий вдих.

*Результати роботи та їх оформлення.* Показання пневмотахометра занесіть до табл. 9.2. Зробіть висновки.

Таблиця 9.2

№	Максимальна швидкість вдиху	Максимальна швидкість видиху

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У кінці спокійного вдиху тиск у плевральній щілині дорівнює близько:  
А. 8–10 мм рт. ст.  
В. –(6–8) мм рт. ст.  
С. –(3–4) мм рт. ст.  
D. 0 мм рт. ст.  
E. +3...–4 мм рт. ст.
2. Дія сурфактанта легенів полягає в такому:  
А. Забезпеченні еластичних властивостей у легенях  
В. Перешкоджанні спадання альвеол  
С. Забезпеченні нормальної циркуляції трахеобронхіального секрету  
D. Забезпеченні нормального кровообігу у легенях  
E. Перешкоджанні розростання сполучної тканини
3. М'язи видиху — це:  
А. Зовнішні міжреберні та внутрішні міжхрящові  
В. Внутрішні міжреберні  
С. Зовнішні міжреберні, внутрішні міжхрящові, грудні, груднино-ключично-соскоподібні та діафрагма  
D. Внутрішні міжреберні та м'язи живота  
E. Груднино-ключично-соскоподібні, грудні та діафрагма
4. М'язи вдиху — це:  
А. Зовнішні міжреберні та внутрішні міжхрящові, внутрішні міжреберні  
В. Діафрагма, зовнішні міжреберні, внутрішні міжхрящові та грудні  
С. Груднино-ключично-соскоподібні  
D. Внутрішні міжреберні та м'язи живота  
E. Груднино-ключично-соскоподібні, грудні та діафрагма
5. Показники пневмотахометрії характеризують:  
А. Ефективність вентиляції  
В. Альвеолярну вентиляцію  
С. Загальну ємність легенів  
D. Бронхіальну прохідність  
E. Залишковий об'єм

6. Що таке еластична тяга легенів?  
 А. Сила, направлена на збільшення об'єму легенів  
 В. Пасивне напруження еластичних волокон легеневої тканини  
 С. Тонус бронхіальних м'язів  
 D. Активне напруження дихальних м'язів  
 E. Сила, направлена на зменшення об'єму легенів

7. У кінці спокійного видиху тиск у плевральній щілині становить близько:  
 А. +3...-4 мм рт. ст.  
 В. +1...-2 мм рт. ст.  
 С. -(3-4) мм рт. ст.  
 D. -(6-8) мм рт. ст.  
 E. -(8-10) мм рт. ст.

8. Яка сила визначає надходження повітря до альвеол під час вдиху?  
 А. Різниця між атмосферним тиском і силою еластичної тяги легенів  
 В. Еластична тяга легенів  
 С. Різниця між атмосферним і внутрішньоплевральним тиском  
 D. Внутрішньочеревний тиск  
 E. Різниця між парціальним тиском  $O_2$  і  $CO_2$  в альвеолярному повітрі

9. Сурфактант в альвеолах:  
 А. Запобігає альвеолярному колапсу  
 В. Зменшується за умов хвороби гіалінових мембран  
 С. Зменшується у курців  
 D. Це комплекс білків і ліпідів  
 E. Усе вищеперелічене

10. Аеродинамічний опір:  
 А. Збільшується за умов астми  
 В. Збільшується за умов параплегії  
 С. Становить 80 % усіх протидіючих вдиху сил  
 D. Не змінюється під час дихання  
 E. Зменшується до 0 під час вдиху

### **Відповіді**

1.В, 2.В, 3.Д, 4.В, 5.Д, 6.Е, 7.С, 8.С, 9.Е, 10.А.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. У чому причина спадання легень за умов пневмотораксу?  
 А. У зниженні внутрішньоплеврального тиску  
 В. Внутрішньоплевральний тиск дорівнює атмосферному  
 С. У збільшенні внутрішньочеревного тиску  
 D. В атонії дихальних м'язів  
 E. У порушенні автоматизму дихального центру

2. Чому дорівнює внутрішньоплевральний тиск у кінці спокійного видиху за умов нормального атмосферного тиску?  
 А. 757 мм рт. ст.  
 В. 780 мм рт. ст.  
 С. 760 мм рт. ст.  
 D. 740 мм рт. ст.  
 E. 100 мм рт. ст.

3. Чому дорівнює внутрішньоплевральний тиск у кінці спокійного вдиху за умов нормального атмосферного тиску?  
 А. 860 мм рт. ст.  
 В. 658 мм рт. ст.  
 С. 754 мм рт. ст.  
 D. 780 мм рт. ст.  
 E. 100 мм рт. ст.

4. Який вид пневмотораксу найшвидше призводить до тяжкого стану людини?  
 А. Відритий  
 В. Закритий  
 С. Клапанний  
 D. Однобічний  
 E. Жоден із вищеперелічених

5. Які сили перешкоджають вдиху?  
 А. Еластична тяга легенів  
 В. Еластичний опір грудної клітки  
 С. Аеродинамічний опір дихальних шляхів  
 D. Інерція органів грудної та черевної порожнини  
 E. Усе вищеперелічене

6. Зміна якого показника зовнішнього дихання є діагностичною за умов рестриктивного типу порушення вентиляції легенів?  
 А. ЖЄЛ  
 В. ФЖЄЛ  
 С. ОФВ<sub>1</sub>  
 D. ФЗЄ  
 E. Ємність вдиху

7. Зміна якого показника зовнішнього дихання є діагностичною за умов обструктивного типу порушення вентиляції легенів?  
 А. ЖЄЛ  
 В. ДО  
 С. ОФВ<sub>1</sub> (проба Тіффно)  
 D. ФЗЄ  
 E. Ємність вдиху

8. Хто запропонував найвідомішу модель для вивчення механізму вдиху і видиху?  
 А. Сеченов  
 В. Павлов  
 С. Шеррінгтон  
 D. Дондерс  
 E. Шмідт

9. Який мертвий простір у людини масою 70 кг, що дихає крізь трубку радіусом 5 мм і завдовжки 100 см?  
 А. 150 мл  
 В. 180 мл



- C. 230 мл
- D. 280 мл
- E. 350 мл

10. Яка роль сурфактанта альвеолярної рідини?

- A. Зменшує поверхневий натяг альвеол
- B. Збільшує поверхневий натяг альвеол
- C. Справляє бактерицидну дію
- D. Покращує газообмін
- E. Регулює легеневий кровообіг

#### **Відповіді**

1.B, 2.A, 3.C, 4.C, 5.E, 6.A, 7.C, 8.D, 9.C, 10.A.

#### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, хто з двох осіб, що сперечаються, має рацію? Один стверджує: «легені розширюються, і тому в них входить повітря», другий: «повітря входить у легені, і тому вони розширюються».

2. За деяких станів розтяжність легеневої тканини зменшується в 5–10 разів. Поясніть, який компенсаторний механізм активізується за таких умов.

3. Людині необхідно пройти дном водоймища. У такій ситуації, якщо відсутні спеціальні пристосування, дихають через трубку, кінець якої виходить з води. Є три трубки. Довжина кожної 1 м, а внутрішній діаметр відповідно 68; 30; 5 мм. Поясніть, яку трубку потрібно використовувати. Обґрунтуйте Вашу відповідь відповідним розрахунком. Який головний елемент трубки може мати вплив на ефективність дихання?

4. У ХХ ст. була розкрита причина хвороби новонароджених, які вмирили відразу ж після народження, будучи не в змозі зробити вдих. Розгадка була знайдена, коли почали готувати гомогенати з тканини легенів таких дітей і дітей, померлих від інших причин. У цих гомогенатах вимірювали і порівнювали між собою деякий фізико-хімічний показник. Поясніть, що при цьому виявили.

5. За умов звуження дихальних шляхів рух повітря стає турбулентним. Це потребує значних витрат енергії, і людині важко дихати. Стан покращується, якщо повітря замінити киснево-гелієвою сумішшю (у ній замість азоту міститься така ж кількість гелію). Поясніть причину поліпшення стану за цих умов.

6. У двох тварин різних видів у результаті травми сталося однобічне пошкодження грудної клітки з розгерметизацією плевральної порожнини (пневмоторакс). У результаті одна тварина загинула, а друга залишилася живою. Поясніть, у чому причина настільки різних наслідків пневмотораксу.

7. Поясніть, чи існує пауза між вдихом і вдихом і чому.

8. Розрахуйте, яка величина внутрішньоплеврального тиску у дорослої людини у момент сильного вдиху і видиху, якщо атмосферний тиск становить 760 мм рт. ст.

9. Поясніть, чому дорівнює міжплевральний тиск у новонародженої дитини на піку вдиху і видиху.

10. Поясніть, чи позначається на диханні дитини туге сповивання живота і чому.

11. Дитині виповнилося 11 міс., вона почала ходити. Поясніть, як змінюється у неї в цей час тип дихання.

12. У дитини грудне дихання починає домінувати над діафрагмальним. Поясніть, якого віку ця дитина.

13. Новонароджена дитина зробила максимально глибокий вдих. Розрахуйте, чому у цей момент дорівнює у неї тиск у міжплевральній щілині, якщо атмосферний тиск — 760 мм рт. ст.

14. Поясніть, чи відповідають наведені дані дійсності: частота дихання дитини в період новонародженості становить 60–70 за 1 хв, в 1 рік — 18–20 за 1 хв, у 5–6 років — 25–30 за 1 хв, у 14–15 років — 30–35 за 1 хв.

15. Дитина під час гри багато бігала. Поясніть, як і за рахунок чого змінювалася у неї легенева вентиляція.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Якщо йдеться про природний шлях дихання, то має рацію перша особа. Механізм дихання всмоктувальний. Але якщо мати на увазі штучне дихання, то має рацію друга особа, оскільки тут механізм нагнітальний.

2. За умов значного погіршення розтяжності альвеол неможливий досить глибокий вдих. Нестачу повітря організм намагається компенсувати почастішанням дихання, яке залишається поверхневим (задишка).

3. Кожна трубка відповідно до її об'єму по-різному збільшує анатомічний мертвий простір. Об'єм першої трубки близько 3,6 л. Такий мертвий простір практично непереборний. Вибір цієї трубки прирікає людину на загибель від задухи.

Об'єм другої трубки — близько 600 мл. Такий мертвий простір можна здолати, якщо дихати глибоко і рідко, використовуючи резервний об'єм вдиху.

Нарешті, об'єм третьої трубки зовсім невеликий. Але через дуже малий її діаметр повітря під час дихання рухатиметься в трубці дуже швидко і тертя його об стінки різко зростає, що може істотно утруднити дихання. Тому оптимальними є розміри другої трубки.

4. Неможливість процесу вдиху в даному випадку може бути пов'язана з порушенням функції розтяжності альвеол. Вона визначається двома факторами — станом стінок і наявністю сурфактанта — речовини, що знижує велике поверхнєве напруження на межі рідини, яка вкриває зсередини стінки альвеол, і повітря. Причина смерті новонароджених полягала в генетичному дефекті — відсутності сурфактанта, без якого робота дихальних м'язів не в змозі забезпечити розтягування легенів.

5. Для кожної рідини і кожного газу існує певне число Рейнольдса — безрозмірна величина, що визначає межу переходу ламінарної течії в турбулентну. За умов її перевищення ламінарна те-

чія переходить у турбулентну. Що вища щільність рідини або газу, то число Рейнольдса більше. Оскільки гелій більш ніж утричі легший за азот, то він відповідно знижує число Рейнольдса для дихальної суміші, її потік у дихальних шляхах стає ламінарним, що і приносить полегшення під час дихання.

6. Якщо пошкодження з'явилося лише з одного боку, це призведе до спадання відповідної легені, але друга збережеться і тварина не загине. Проте є види тварин, у яких обидві плевральні порожнини ушкоджуються. У такій ситуації пневмоторакс завжди буде двостороннім, отже, смертельним.

7. У нормі між вдихом і видихом паузи немає, оскільки після закінчення вдиху грудна клітка під впливом своєї маси опускається.

8. На вдиху 750 мм рт. ст., на видиху — 756 мм рт. ст.

9. На вдиху 736 мм рт. ст., на видиху — 740 мм рт. ст.

10. Під час тугого сповивання дихати важко, оскільки у дитини переважає діафрагмальний тип дихання.

11. З переходом дитини з горизонтального положення у вертикальне грудна клітка опускається і створюються умови для переходу від черевного типу дихання до грудного. Тип дихання стає змішаним.

12. Це явище спостерігається у дитини від 3 до 7 років.

13. Внутрішньоплевральний тиск під час вдиху у новонародженого дорівнює атмосферному, оскільки об'єм легенів у нього відповідає об'єму грудної клітки. Відповідно він становить 760 мм рт. ст.

14. У нормі ЧД дитини у період новонародженості дорівнює 60–70 за 1 хв, в 1 рік — 30–35 за 1 хв, у 5–6 років — 25–30 за 1 хв, у 14–15 років — 18–20 за 1 хв.

15. Легенева вентиляція збільшувалася переважно за рахунок почастищення дихальних рухів, а не за рахунок глибини дихання.

### 9.3. ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЗООБМІНУ В ЛЕГЕНЯХ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів газообміну необхідне для розуміння процесів метаболізму в тканинах за умов різних функціональних станів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на їх роботу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми газообміну в легенях.
2. Газовий склад крові за умов різних функціональних станів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Склад вдихуваного, видихуваного й альвеолярного повітря.

2. Парціальний тиск і напруження кисню і вуглекислого газу в альвеолярному повітрі, венозній та артеріальній крові.

3. Газообмін у легенях, його механізм.

4. Газообмін у тканинах, його механізми.

5. Дифузійна здатність легенів, фактори, що впливають на її величину.

6. Артеріовенозна різниця за киснем.

7. Анатомічний і фізіологічний мертвий простір.

8. Коефіцієнт утилізації кисню, метод визначення.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Напишіть склад вдихуваного, видихуваного й альвеолярного повітря.

2. Розрахуйте парціальний тиск кисню в атмосферному й альвеолярному повітрі.

3. Розрахуйте парціальний тиск вуглекислого газу в атмосферному й альвеолярному повітрі.

4. Опишіть механізм газообміну в легенях і тканинах, намалюйте схему.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження насичення крові киснем безкровним методом.

#### *Методика дослідження насичення крові киснем за допомогою оксигемографа*

Оксигемографія полягає в безкровному постійному дослідженні ступеня насичення киснем артеріальної крові. Визначення цього показника ґрунтується на змінах спектральних властивостей редукованого гемоглобіну й оксигемоглобіну. У червоній частині спектра (довжина хвилі 620–680 нм) редукований гемоглобін поглинає світло у кілька разів швидше, ніж оксигемоглобін.

Оксигемограф — автоматичний електронний потенціометр, що працює від фотоелектричного вушного датчика. З одного боку датчика прикріплена лампочка — джерело світла, а з другого — фотоелемент. У разі прогрівання тканин вушної раковини судини її розширюються, збільшують швидкість кровотоку, а внаслідок цього через вушну раковину протікає практично артеріальна кров. Шкала приладу градуйована. Зміна ступеня насичення крові  $O_2$  викликає зміни кольору і фотоструму. Освітлювальна лампа служить водночас і джерелом тепла, яке необхідне для артеріалізації крові. Електрорушійна сила (ЕРС) датчика і напруги потенціометричної схеми підключені назустріч і спрямовані на вхід підсилювача. Посилений сигнал подається до реверсивного двигуна, котрий обертається, поки є сигнал. Двигун з'єднаний з кареткою, на якій закріплюється показчик. Показчик разом із кареткою рухається вздовж градуйованої в процентах шкали ступеня насичення крові  $O_2$ . Оксигемограф забезпечує реєстрацію змін ступеня насичення крові  $O_2$ .

*Хід роботи.* Заземлити прилад. Вставити колідку датчика в гніздо і в датчик — контрольний фільтр. Датчик оксигемографа причепити на верхній край вушної раковини обстежуваного, увімкнути прилад і прогріти тканини протягом 15 хв. Потім встановити прилад у положення 100–60 %. Ручкою «установка вихідного насичення» встановити стрілку приладу за шкалою 100–60 % на цифру, що вказана на світлій половині фільтра. Пересунути фільтр на темну половину. При цьому стрілка приладу повинна стати (з точністю до 1 %) проти цифри шкали 100–60. Повторити в положенні 80–20 %. Спостерігати за зміною вмісту оксигемоглобіну. Величина

вихідного насичення сягатиме 100 %, якщо досліджуваний зробить 2–3 глибоких вдихи і видихи. Визначення ступеня насичення проводять під час спокійного дихання, при затримці дихання на вдиху і видиху, після кількох глибоких вдихів і видихів.

*Результати роботи та їх оформлення.* За-несіть отримані результати до протоколу досліджу. Зробіть висновки.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Який вміст розчиненого кисню в нормальній артеріальній крові?

- A. 0,9–1,4 об%
- B. 1,5–1,6 об%
- C. 18–22 об%
- D. 0,25–0,3 об%
- E. 8–14 об%

2. За нормальних умов насичення венозної крові киснем становить близько:

- A. 92–97 %
- B. 95–100 %
- C. 60–70 %
- D. 25–30 %
- E. 15–25 %

3. У нормі вміст кисню в 1 л артеріальної крові становить приблизно:

- A. 180–220 мл
- B. 300–320 мл
- C. 90–120 мл
- D. 120–130 мл
- E. 70–80 мл

4. Коефіцієнт утилізації кисню в організмі людини під час помірного фізичного навантаження зростає до:

- A. 20–40 %
- B. 50–60 %
- C. 90–100 %
- D. 75–85 %
- E. 40–60 %

5. Як називається стан, під час якого напруження двооксиду вуглецю в артеріальній крові становить 60 мм рт. ст. і більше?

- A. Нормокапнія
- B. Гіпокапнія
- C. Гіпоксемія
- D. Асфіксія
- E. Гіперкапнія

6. Як називається стан, під час якого напруження кисню в артеріальній крові становить 60 мм рт. ст. і менше?

- A. Гіперкапнія
- B. Асфіксія
- C. Гіпоксемія
- D. Гіпероксія
- E. Нормокапнія

7. У якій із наведених нижче відповідей напруження кисню і вуглекислого газу в артеріальній крові відповідає нормальним величинам (у мм рт. ст.)?

- A.  $pO_2 = 120$ ,  $pCO_2 = 60$
- B.  $pO_2 = 90$ ,  $pCO_2 = 25$
- C.  $pO_2 = 98$ ,  $pCO_2 = 40$
- D.  $pO_2 = 55$ ,  $pCO_2 = 30$
- E. Правильної відповіді немає

8. Газообмін в альвеолах відбувається:

- A. Безперервно під час вдиху і видиху
- B. Лише на висоті вдиху
- C. Лише під час видиху
- D. Лише на початку фази видиху
- E. Під час фази видиху

9. Який склад характерний для видихуваного повітря?

- A.  $O_2$  18,3 %,  $CO_2$  0,03 %,  $N_2$  79,0 %, пари  $H_2O$  2,67 %
- B.  $O_2$  10,0 %,  $CO_2$  5,5 %,  $N_2$  78,0 %, пари  $H_2O$  6,5 %
- C.  $O_2$  13,5 %,  $CO_2$  5,3 %,  $N_2$  74,9 %, пари  $H_2O$  6,3 %
- D.  $O_2$  16,1 %,  $CO_2$  3,9 %,  $N_2$  75,1 %, пари  $H_2O$  6,0 %
- E.  $O_2$  20,85 %,  $CO_2$  0,03 %,  $N_2$  78,62 %, пари  $H_2O$  0,5 %

10. Стан, під час якого гіперкапнія і гіпоксія виникають в організмі одночасно, називається:

- A. Гіпероксією
- B. Асфіксією
- C. Гіпокапнією
- D. Гіпоксемією
- E. Немає правильної відповіді

#### **Відповіді**

1.D, 2.C, 3.A, 4.B, 5.E, 6.C, 7.C, 8.A, 9.D, 10.B.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Який об'єм повітря безпосередньо бере участь у легеневому газообміні?

- A. ЖЄЛ
- B. Загальна ємність легенів
- C. ФЗЄ
- D. Залишковий об'єм
- E. Дихальний об'єм

2. Основними механізмами, що забезпечують легеневий газообмін, є:

- A. Вентиляція і перфузія
- B. Дифузія і перфузія
- C. Активний транспорт
- D. Вентиляція і дифузія
- E. Дифузія, вентиляція і перфузія

3. Який фактор є визначальним у здійсненні нормального газообміну в легенях?

A. Правильне співвідношення альвеолярної вентиляції та кровотоку

- В. Нормальний кровотік у легенях
- С. Нормальна вентиляція легенів
- Д. Нормальні розміри дихальної поверхні легенів
- Е. Нормальна глибина і частота дихання

4. Шари, через які здійснюється газообмін у легенях:

- А. Альвеолярний і циліндричний епітелій
- В. Альвеолярно-капілярна мембрана
- С. Однорядний епітелій і келихоподібні клітини
- Д. Однорядний епітелій і війчасті клітини
- Е. Шар сполучної тканини і циліндричний епітелій

5. Ефективний альвеолярний об'єм — це:

- А. Частина альвеол, які перфузуються, але не вентилуються
- В. Частина альвеол, які не перфузуються, але вентилуються
- С. Частина альвеол, які не перфузуються і не вентилуються
- Д. Частина альвеол, які перфузуються і вентилуються
- Е. Частина альвеол, які перфузуються

6. Парціальний тиск  $O_2$  і  $CO_2$  в альвеолярному повітрі становить:

- А.  $O_2$  110 мм рт. ст.,  $CO_2$  36 мм рт. ст.
- В.  $O_2$  105 мм рт. ст.,  $CO_2$  38 мм рт. ст.
- С.  $O_2$  102 мм рт. ст.,  $CO_2$  40 мм рт. ст.
- Д.  $O_2$  100 мм рт. ст.,  $CO_2$  44 мм рт. ст.
- Е.  $O_2$  98 мм рт. ст.,  $CO_2$  47 мм рт. ст.

7. Головним проявом гіповентиляції є:

- А. Ціаноз
- В. Тахіпноє
- С. Диспноє
- Д. Гіперкапінія
- Е. Гіпокапінія

8. Об'єктивним показником оцінки газообміну є визначення:

- А. Альвеолярно-артеріальної різниці за киснем
- В. Артеріовенозної різниці за киснем
- С. Напруження кисню у крові
- Д. Ступеня насичення гемоглобіну киснем
- Е. Напруження  $CO_2$  в крові

9. Киснева ємність крові залежить від:

- А. Кількості еритроцитів
- В. Кількості гемоглобіну
- С. Вмісту  $O_2$  в артеріальній крові
- Д. Парціального тиску  $CO_2$
- Е. Часу насичення крові  $O_2$

10. Зниження напруження  $O_2$  в артеріальній крові є типовим для:

- А. Отруєння чадним газом
- В. Зменшення кількості еритроцитів
- С. Фізичного напруження
- Д. Отруєння ціанідами
- Е. Гіповентиляції

## Відповіді

1.С, 2.Е, 3.А, 4.В, 5.Д, 6.С, 7.Д, 8.А, 9.В, 10.Е.

## Ситуаційні завдання

1. Існують захворювання, пов'язані з порушенням дифузії кисню крізь альвеолярно-капілярну мембрану. Проте по відношенню до дифузії вуглекислого газу такі захворювання невідомі. Поясніть, у чому можлива причина цього.

2. Парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі становить 170 мм рт. ст. Розрахуйте, яка кількість кисню за цих умов встигає розчинитися в 100 мл крові.

3. Розрахуйте артеріовенозну різницю за киснем, якщо коефіцієнт утилізації кисню тканинами під час роботи зростає на 20 %. У спокої артеріовенозна різниця знаходилася в межах норми.

4. Розрахуйте, який об'єм кисню поглинає і який об'єм вуглекислоти виділяє доросла людина в стані спокою в процесі одного дихального руху, якщо ДО дорівнює 500 мл.

5. Розрахуйте, який парціальний тиск газу в газовій суміші, якщо його вміст у газовій суміші дорівнює 14 % за умов загального тиску 760 мм рт. ст.

6. Поясніть, чим відрізняється склад повітря, що видихається, у дорослих і дітей раннього віку.

7. Поясніть, чому у дітей в альвеолярному повітрі більше кисню і менше вуглекислоти, ніж у дорослих.

8. Якою особливістю вирізняється склад альвеолярного повітря у дітей раннього віку?

9. Під час аналізу повітря, що видихається, у першому випадку виявлено 4 %  $CO_2$  і 16,4 %  $O_2$ ; у другому випадку — 2 %  $CO_2$  і 18,4 %  $O_2$ . Поясніть, який з цих аналізів зроблений у дитини.

10. Розрахуйте парціальний тиск  $O_2$  в альвеолярному повітрі дитини віком 1 міс., якщо його процентний вміст відповідає нормі, а атмосферний тиск становить 760 мм рт. ст.

11. Розрахуйте парціальний тиск  $O_2$  в альвеолярному повітрі дитини 1 року, якщо його процентний вміст відповідає віковій нормі, а атмосферний тиск становить 760 мм рт. ст.

12. Як зміниться різниця в процентному складі повітря, що видихається, і альвеолярного повітря, якщо людина дихатиме у протигазі?

13. У двох людей легені добре вентилуються, проте інтенсивність газообміну є різною. Поясніть можливу причину.

14. На газообмін у легенях і тканинах впливають п'ять факторів: градієнт напруження газів у крові та тканинах, коефіцієнт дифузії, стан мембран, через які проходять гази, площа дифузії, відстань, яку повинні пройти молекули газів у процесі дифузії. Поясніть, який з цих факторів відіграє провідну роль за умов змін газообміну, що відбуваються в таких ситуаціях: 1) збільшення кількості активних капілярів; 2) дихання гіпероксичною сумішшю; 3) набряк легенів; 4) зміна властивостей молекул газу; 5) захворю-

вання на бериліоз (воно супроводжується значним огрубінням тканини альвеол).

15. Чемпіони з пірнання занурюються на глибину до 100 м без акваланга і повертаються на поверхню за 4–5 хв. Поясніть, чому у них не виникає кесонна хвороба.

16. Поясніть, який склад газової суміші потрібно подавати водолазові на глибину 30 м, щоб парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі залишився нормальним. Водолаз працює без жорсткого скафандра.

17. У кожного з двох собак перев'язали по одному бронху і по одній гілці легеневої артерії. Один собака швидко загинув, другий залишився живим. Поясніть можливу причину.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1.  $\text{CO}_2$  значно краще за  $\text{O}_2$  розчиняється в ліпідах, які становлять значну частину мембрани. Тому молекули газу  $\text{CO}_2$  дифундують крізь мембрану у 20–25 разів швидше, ніж молекули кисню. Деяке уповільнення дифузії  $\text{CO}_2$  не призводить до патологічних змін в організмі, на відміну від зрушень значно повільнішої дифузії  $\text{O}_2$ .

2. Кількість розчиненого в рідині газу визначається за формулою:

$$\text{O}_2 = (p \cdot 0,021 \cdot V) : 760,$$

де  $p$  — парціальний тиск газу; 0,021 — коефіцієнт розчинення;  $V$  — об'єм розчинника.

Отже, в 100 мл крові за умов парціального тиску  $\text{O}_2$  над кров'ю 170 мм рт. ст. розчиниться 0,57 мл газу.

3. У нормі в артеріальній крові міститься 20 об'ємних відсотків  $\text{O}_2$  (20 мл у 100 мл крові), у венозній — 12 об%. Артеріовенозна киснева різниця дорівнює 8 мл (8 об%). При фізичній роботі вона на 1/5 більше, тобто становить 9,6 об%.

4. У спокої з ДО поглинається 4 % кисню і приблизно стільки ж виділяється вуглекислого газу. При ДО, що дорівнює 500 мм рт. ст., — по 20 мл.

5. Парціальний тиск газу становить 106,4 мм рт. ст.

6. Повітря, що видихається, у дітей містить менше  $\text{CO}_2$  і більше  $\text{O}_2$ , ніж у дорослих.

7. Внаслідок поверхневого дихання вентиляція легенів менш ефективна, крім того, відносний об'єм мертвого простору у дітей більший, ніж у дорослих.

8. Альвеолярне повітря у дітей містить менше  $\text{CO}_2$  і більше  $\text{O}_2$ , ніж у дорослих.

9. Перший аналіз зроблений в дорослого, другий — у дитини раннього віку. У дитини дихання часте і поверхневе, тому коефіцієнт легеневої вентиляції нижчий.

10. Оскільки у дитини в цьому віці вміст  $\text{O}_2$  в альвеолярному повітрі становить 17,3 %, парціальний тиск кисню дорівнює 123 мм рт. ст.

11. Вміст  $\text{CO}_2$  в альвеолярному повітрі 3 %, це означає, що парціальний тиск його дорівнює 21 мм рт. ст.

12. Головна особливість дихання в протигазі — збільшення мертвого простору. Повітря в

ньому за складом наближене до атмосферного, тому різниця процентних співвідношень газів вдихуваного і видихуваного повітря зменшиться.

13. Для ефективного газообміну необхідне певне співвідношення між вентиляцією і кровотоком у судинах легенів. Отже, у цих людей були відмінності між величинами кровотоку.

14. 1) збільшення площі дифузії; 2) збільшення градієнта напруження газів між кров'ю і тканинами; 3) збільшення відстані, яку молекули повинні пройти під час дифузії; 4) зміна коефіцієнта дифузії; 5) зміна стану мембран.

15. Водолаз на великій глибині дихає повітрям під високим тиском, тому розчинність газів у крові значно зростає. Азот в організмі не споживається, тому під час швидкого піднімання його підвищений тиск швидко знижується, азот бурхливо виділяється з крові у вигляді бульбашок, що призводить до емболії. Нирець же при зануренні взагалі не дихає, тому під час швидкого піднімання нічого не відбувається.

16. Нормальний парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі 102 мм рт. ст. Якщо загальний тиск становить 4 атм. (1 атм. у повітрі та 3 атм. у воді, по 2 атм. на кожних 10 м), або 3040 мм рт. ст., то для того, щоб парціальний тиск кисню зберегти на рівні 102 мм рт. ст., його має міститися в альвеолярному повітрі 3,36 %. Оскільки вміст кисню в альвеолярному повітрі приблизно на 1/4 менше, ніж у вдихуваному, у газовій суміші має бути 4,2 %  $\text{O}_2$ .

17. У першого собаки перев'язування зробили з одного і того ж боку. У результаті одна легеня повністю перестала функціонувати, зате друга зберегла свою функцію. У другого собаки перев'язування здійснили з різних сторін. Тому одна легеня перестала вентилуватися, а в другу не надходила кров. Газообмін припинився, що і призвело до швидкої загибелі тварини.

#### **9.4. ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТУ ГАЗІВ У ЛЕГЕНЯХ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів транспорту газів кров'ю необхідне для розуміння процесів метаболізму в тканинах за умов різних функціональних станів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на їх роботу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми транспорту газів кров'ю.

2. Методи визначення насичення крові киснем.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Транспорт газів кров'ю, значення для організму.

2. Роль гемоглобіну і міоглобіну в диханні.

3. Крива дисоціації оксигемоглобіну. Фактори, що впливають на формування та дисоціацію  $\text{HbO}_2$ .

4. Киснева ємність крові (КЕК), методи визначення.

5. Транспорт вуглекислого газу кров'ю, форми транспорту.

6. Напруження кисню і вуглекислого газу в тканинній рідині та клітинах.

7. Формування і дисоціація бікарбонатів і карбгемоглобіну. Значення карбонгідрати.

8. Газообмін між кров'ю і тканинами, напрям і механізми.

9. Ступінь оксигенації крові, метод визначення.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть роль гемоглобіну і його сполук у диханні.

2. Опишіть кількість і стан кисню, вуглекислого газу й азоту в артеріальній та венозній крові.

3. Які закономірності демонструє крива дисоціації оксигемоглобіну? Намалуйте її.

4. Які фактори впливають на швидкість дисоціації оксигемоглобіну?

5. Що таке киснева ємність крові? Опишіть методи її визначення.

6. Опишіть роль еритроцитів у транспорті кисню і вуглекислого газу.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження інтенсивності споживання кисню організмом.

#### **Методика проведення дослідження**

*Хід роботи.* Приєднавши герметично дихальні шляхи до спірографа за допомогою загубника, утворюють замкнену систему: прилад — легені. Протягом 1 хв у стані відносного фізіологічного спокою записують спірограму. У міру споживання кисню спірограма відхиляється вгору від вихідної лінії. Знаючи, що відхилення кривої від нульової лінії на 40 мм вгору відповідає поглинанню 1 л  $O_2$ , можна визначити споживання  $O_2$  за 1 хв. Наприклад, 40 – 1, 6 – X, де X = 6 : 40 = 0,15. Потім швидко закривають кран приладу, обстежуваний виймає загубник з рота і присідає 20 разів протягом 30 с. Одразу ж після присідань він знову приєднується через загубник до приладу. Записують спірограму після фізичного навантаження протягом 3 хв. Після закінчення дослідження за спірограмою розраховують споживання  $O_2$  у стані спокою та після фізичного навантаження.

Потім визначають *хвилинне споживання кисню* ( $XCO_2$ ) — це кількість кисню, яка споживається (поглинається) організмом людини з атмосферного повітря за 1 хв. За нормою — 200–300 мл/хв. Обчислюється  $XCO_2$  за спірограмою, а саме, за відхиленням її від вихідного рівня за 1 хв. Відхилення є лінійним відображенням кількості кисню, що поглинається організмом людини за 1 хв. Щоб визначити  $XCO_2$  у мілілітрах, необхідно відхилення запису у міліметрах помножити на 40 (масштаб приладу).

*Визначення кисневого еквіваленту (КЕ).* Кисневий еквівалент — співвідношення  $XCO_2$  і ЧСС, у нормі 4–7. Визначається КЕ у хвилинах — відношення  $XCO_2$  (мл/хв) до ЧСС (уд/хв).

*Визначення коефіцієнта використання кисню* ( $KVO_2$ ) — це кількість кисню, яку досліджуваній поглинає із 1 л повітря, що вентилюється у легенях. В нормі становить 35–45 мл/л. Визначається  $KVO_2$  (мл/л) як відношення  $XVO_2$  (мл/хв) до ХОД (л/хв).

*Визначення вентиляційного еквівалента кисню* ( $VEO_2$ ). Це величина обернена до  $KVO_2$ , вона показує, який об'єм повітря має бути провентильований кризь легені, щоб організм одержав 1 л кисню. В умовах спокою  $KVO_2$  становить 25 л/л.

*Визначення максимального споживання кисню* ( $МСO_2$ ). Це найбільша кількість кисню, яку людина здатна спожити протягом 1 хв під час інтенсивної фізичної праці. Є ступенем аеробної потужності. У дорослої людини до 30 років дорівнює 40–56 мл/хв на 1 кг маси тіла. Залежить від віку, статі, фізичного розвитку. Визначається прямим шляхом (за спірограмою) і непрямим (на двох рівнях субмаксимального навантаження) за ЧСС. За спірограмою визначають рівень максимального навантаження, показником якого є поява на спірограмі «плато» — припинення відхилення рівня спірограми від горизонталі, незважаючи на збільшення навантаження. Обчислювання споживання здійснюється за наведеною вище методикою.

*Результати роботи та їх оформлення.* занесіть отримані результати до протоколу досліджу. Зробіть висновки.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Як зміниться спорідненість Hb до  $O_2$  за умов підвищення в Ер концентрації 2,3-дифосфогліцерату?

- A. Підвищиться
- B. Знизиться
- C. Не зміниться
- D. Можуть бути різноспрямовані зміни
- E. Усі відповіді неправильні

2. Як зміниться спорідненість Hb до  $O_2$  за умов збільшення в крові концентрації  $H^+$  і  $CO_2$ ?

- A. Трохи підвищиться
- B. Знизиться
- C. Не зміниться
- D. Можуть бути різноспрямовані зміни
- E. Значно підвищиться

3. Як зміниться спорідненість Hb до  $O_2$ , якщо у пацієнта температура тіла підвищилася до 39 °С?

- A. Підвищиться
- B. Не зміниться
- C. Знизиться
- D. Суттєво підвищиться
- E. Можуть бути різноспрямовані зміни

4. Дайте порівняльну оцінку спорідненості Hb і міоглобіну до  $O_2$ :

- A. Спорідненість у Hb вища, ніж у міоглобіну
- B. Мають однакову спорідненість до кисню
- C. Спорідненість у міоглобіну вища, ніж у Hb
- D. Міоглобін не здатний зв'язувати кисень, на відміну від Hb
- E. Усі відповіді неправильні

5. Як відрізняється спорідненість HbF плода до  $O_2$  від HbA дорослої людини?

- A. Спорідненість в HbA трохи вища, ніж у HbF  
 B. Обидва види Hb мають однакову спорідненість  
 C. Спорідненість в HbA істотно вища, ніж у HbF  
 D. Спорідненість в HbF вища, ніж у HbA  
 E. Спорідненість в HbA набагато вища, ніж у HbF
6. Максимальна кількість O<sub>2</sub>, яка може зв'язати певний об'єм крові за умов повного насичення Hb киснем, називається:  
 A. Кисневою ємністю крові  
 B. Кольоровим показником  
 C. Показником насичення  
 D. Гематокритним показником  
 E. Дихальним коефіцієнтом
7. Чи може за звичайних умов фізично розчинений у крові O<sub>2</sub> забезпечити потребу організму в O<sub>2</sub>?  
 A. Так  
 B. Може в умовах спокою  
 C. Ні  
 D. Може в умовах основного обміну  
 E. Може при фізичному навантаженні
8. Який вміст розчиненого O<sub>2</sub> у нормальній артеріальній крові?  
 A. 0,9–1,4 об%  
 B. 1,5–1,6 об%  
 C. 18–22 об%  
 D. 0,25–0,3 об%  
 E. 0,5–0,9 об%
9. Скільки мілілітрів O<sub>2</sub> може зв'язати 1 г Hb (за різними джерелами літератури)?  
 A. 0,8–0,9  
 B. 2,5–3,0  
 C. 1,34–1,39  
 D. 1,8–2,5  
 E. 1,00–1,33
10. Як зміниться КЄК за умов зниження концентрації Hb?  
 A. Збільшиться  
 B. Не зміниться  
 C. Зменшиться  
 D. Можуть бути різноспрямовані зміни  
 E. Значно збільшиться

### Відповіді

1.B, 2.B, 3.C, 4.C, 5.D, 6.A, 7.C, 8.D, 9.C, 10.C.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Зміщення кривої дисоціації оксигемоглобіну вправо сприяє:  
 A. Погіршенню постачання тканин киснем  
 B. Поліпшенню постачання тканин киснем

- C. Розвитку кисневого голодування тканин  
 D. Виникненню деструкції тканин  
 E. Веде до розвитку гіпоксії тканин
2. Показником, що відображає положення кривої дисоціації оксигемоглобіну, є:  
 A. pO<sub>2</sub> за умов 100 % насичення крові киснем (pO<sub>2</sub> 100)  
 B. pCO<sub>2</sub> за умов 50 % насичення крові киснем (pCO<sub>2</sub> 50)  
 C. pO<sub>2</sub> за умов 50 % насичення крові киснем (pO<sub>2</sub> 50)  
 D. pCO<sub>2</sub> за умов 100 % насичення крові киснем (pCO<sub>2</sub> 100)  
 E. pO<sub>2</sub> за умов 28 % насичення крові киснем (pO<sub>2</sub> 28)
3. Як називається сполука Hb з чадним газом?  
 A. Карбгемоглобін  
 B. Дезоксигемоглобін  
 C. Метгемоглобін  
 D. Карбоксигемоглобін  
 E. Міоглобін
4. Перенесення O<sub>2</sub> та CO<sub>2</sub> між кров'ю і тканинами здійснюється шляхом:  
 A. Активного транспорту  
 B. Мембранних білків-переносників  
 C. Простої дифузії  
 D. Осмосу  
 E. Пасивного транспорту
5. У яку сторону зрушена крива дисоціації оксигемоглобіну, якщо у пацієнта показник pO<sub>2</sub> 50 = 34 мм рт. ст.?  
 A. Уліво  
 B. Угору  
 C. Управо  
 D. Униз  
 E. Не змінюється
6. У яку сторону зрушена крива дисоціації оксигемоглобіну, якщо у пацієнта показник pO<sub>2</sub> 50 = 22 мм рт. ст.?  
 A. Управо  
 B. Угору  
 C. Уліво  
 D. Униз  
 E. Не змінюється
7. Якщо парціальний тиск газу над рідиною вищий за його напруження в рідині, то газ:  
 A. З неї виходитиме  
 B. У ній не розчинятиметься  
 C. У ній розчинятиметься  
 D. Входитиме і виходитиме з неї  
 E. Усі відповіді неправильні
8. Проникність альвеолокапілярної мембрани для газів характеризує показник:  
 A. Дифузійної здатності легенів  
 B. Еластичного опору легенів  
 C. Величини мертвого простору

- D. Величини ЖЄЛ  
E. Максимального споживання кисню

9. Що вищий тиск газу і нижча температура, то:

- A. Менша його розчинність у рідині  
B. Тиск і температура не впливають на розчинність газів  
C. Менше його поглинулося рідиною  
D. Більша його розчинність у рідині  
E. Усі відповіді неправильні

10. За умов звичайного режиму вентиляції не відбувається 100 % оксигенації крові в легенях внаслідок:

- A. Нерівномірності вентиляції та перфузії в різних відділах легенів  
B. Наявності в крові неактивних форм гемоглобіну  
C. Усі відповіді правильні  
D. Шунтування крові  
E. Усі відповіді неправильні

### **Відповіді**

1.B, 2.C, 3.D, 4.C, 5.C, 6.C, 7.C, 8.A, 9.D, 10.C.

### **Ситуаційні завдання**

1. У людини різко порушений транспорт кисню гемоглобіном. Яка терапевтична дія може допомогти у забезпеченні тканин киснем?

2. Поясніть механізм збільшення коефіцієнта утилізації кисню в працюючому м'язі порівняно зі станом спокою.

3. У тварин, які мешкають на великих висотах (наприклад, у південноамериканської лами), спорідненість Нb до  $O_2$  набагато вища, ніж у інших ссавців. Відповідно крива дисоціації оксигемоглобіну зміщена вліво. Поясніть фізіологічний сенс цього явища.

4. У гризунів із назвою лугові собачки спорідненість Нb до  $O_2$  така ж висока, як і у високогірної лами. Але ці гризуни живуть на рівнині. Якими особливостями їх екології можна пояснити вказану властивість?

5. У дуже дрібних тварин спостерігається низька спорідненість Нb до  $O_2$  і зміщення кривої дисоціації управо. Поясніть цю особливість.

6. У членистоногих роль крові виконує гемолімфа, яка містить дихальні пігменти — Нb або гемоціанін. Проте у комах таких пігментів у гемолімфі немає. Поясніть цю особливість.

7. Розрахуйте кисневу ємність крові, якщо кількість Нb в крові дорівнює 150 г/л.

8. У кров тварини введено препарат, що блокує дію карбоангідрази. Які стануться порушення в процесі газообміну за цих умов?

9. У якому віці в Ер дітей з'являється фермент карбоангідраза?

10. Аналіз газів у артеріальній крові показав, що в першому випадку міститься  $O_2$  15 %,  $CO_2$  — 40 %. У другому випадку ці цифри становлять відповідно 20 і 60 %. Поясніть, у якому випадку кров належить дорослому, у якому — дитині.

11. Викресліть у дужках слова, які не відповідають істині: «зі збільшенням віку дитини вміст  $O_2$  в крові (зростає, падає), кількість  $CO_2$  (зменшується, збільшується, не змінюється)». Поясніть, про яку кров іде мова — артеріальну чи венозну.

12. При захворюванні на грип у людини відбуваються зміни параметрів гомеостазу. Однією з перших змінюється температура тіла. Поясніть: 1) як зміниться кількість Нb $O_2$ ; 2) як зміняться параметри зовнішнього дихання; 3) чи зміниться крива дисоціації Нb $O_2$  і чому.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Якщо функція Нb недостатня, необхідно збільшити кількість вільного розчиненого  $O_2$  в крові, піддавши пацієнта гіпербаричній оксигенації в камері з високим тиском  $O_2$ .

2. Утилізація  $O_2$  в тканині залежить, з одного боку, від інтенсивності процесів, що перебігають у ній, а з другого — від кількості  $O_2$ , що надходить у клітини. Останнє, у свою чергу, залежить від об'ємної швидкості кровотоку і від ступеня дисоціації Нb $O_2$ . Об'ємна швидкість кровотоку збільшується за рахунок посилення роботи серця, а дисоціація Нb $O_2$  зростає через те, що в працюючому м'язі підвищується температура і збільшується кількість  $CO_2$ . Обидва ці фактори посилюють відщеплення  $O_2$ .

3. Спорідненість Нb до  $O_2$  вказує, яка кількість  $O_2$  за даних показників його парціального тиску може бути зв'язана. Отже, висока спорідненість Нb до  $O_2$  сприяє поглинанню  $O_2$  за умов низького атмосферного тиску на великих висотах.

4. Лугові собачки риють нори завглибшки близько 5 м. Такі глибокі нори погано вентилуються, парціальний тиск кисню в них низький. Інші гризуни, що мають Нb зі звичайними властивостями, за умов знаходження у таких норах гинуть.

5. Роботу системи Нb +  $O_2$  → Нb $O_2$ , як це видно з рівняння, потрібно розглядати в двох напрямках. За умов низького парціального тиску  $O_2$  в атмосферному повітрі провідну роль відіграє здатність Нb захопити більше  $O_2$ . За умов інтенсивного ж обміну речовин важливо, аби  $O_2$  швидше відщеплювався від Нb, коли кров іде до тканин. Саме це і спостерігається у дрібних тварин — нижча спорідненість Нb до  $O_2$ .

6. Під час трахейного дихання, властивого комахам, повітря надходить через систему трахей прямо до тканин. Тому немає необхідності у дихальних пігментах.

7. Оскільки 1 г Нb зв'яже 1,34 мл  $O_2$ , то киснева ємність крові в даному випадку дорівнює 20 мл.

8. Порушується процес сполучення  $CO_2$ , що надходить у кров із тканин, з водою і подальше перетворення його на бікарбонати. Сполучення  $CO_2$  з водою за допомогою карбоангідрази відбувається в Ер.

9. Карбоангідраза в Ер визначається з 5–7-го дня після народження.

10. У першому випадку дитина дошкільного віку, у другому — дорослий.



11. Зі збільшенням віку дітей вміст  $O_2$  і  $CO_2$  як у артеріальній, так і у венозній крові зростає.

12. 1) Кількість  $HbO_2$  в крові падає, оскільки спорідненість  $Hb$  до  $O_2$  за умов високої температури зменшується.

2) Дихання частішає.

3) Крива дисоціації  $HbO_2$  змінюється, оскільки спорідненість  $Hb$  до  $O_2$  падає, збільшується швидкість дисоціації.

## 9.5. ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ДИХАННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів нервової регуляції дихання необхідне для розуміння процесів функціонування системи дихання за умов дії різних нейрогенних факторів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на її роботу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми впливу факторів нервової регуляції на дихання.

2. Найбільш значущі рефлекси, що впливають на систему дихання.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Структури ЦНС, що забезпечують періодичність дихання.

2. Структури заднього мозку, їх роль у генерації основного ритму дихання та регуляції вдиху.

3. Роль пневмотаксичного центру в гальмуванні вдиху, регуляції об'єму і частоти дихання.

4. Центр апное. Його роль.

5. Рецептори розтягування легенів, їх значення в регуляції дихання, рефлекс Герінга — Брейера.

6. Роль іритантних, J-рецепторів і пропріорецепторів у регуляції дихання.

7. Захисні дихальні рефлекси.

8. Роль опору дихальних шляхів у диханні.

9. Довільна регуляція дихання.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Напишіть, що таке дихальний центр, які структури дихального центру забезпечують автоматію дихання.

2. Намалуйте схему довгастого мозку, укажіть розташування бульбарного відділу дихального центру.

3. Перерахуйте головні рефлексогенні зони, що беруть участь у регуляції дихання.

4. Намалуйте схему рефлекторної дуги рефлексу Герінга — Брейера. Опишіть роль блукаючого нерва.

5. Опишіть нервово-рефлекторний механізм регуляції дихання.

6. Опишіть роль варолієвого мосту в регуляції дихання.

*Програма практичної роботи на занятті:* визначення часу максимальної затримки дихання на вдиху (проба Штанге).

### *Методика проведення проби Штанге*

*Для роботи необхідний секундомір.*

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Досліджуваний у положенні сидячи виконує глибокий вдих і макси-

мально затримує дихання. Визначається час максимальної затримки дихання. Проба повторюється кілька разів і виконується до і після фізичного навантаження.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані занесіть у протокол дослідження, порівняйте час затримки дихання на вдиху до і після фізичного навантаження.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Яка роль блукаючих нервів у диханні?

А. Несуть аферентні імпульси від легенів та іннервують діафрагму

В. Збуджують гладку мускулатуру бронхів і діафрагму

С. Несуть аферентні імпульси від рецепторів розтягнення легенів

Д. Іннервують легені та гладку мускулатуру бронхів

Е. Несуть аферентні імпульси від легенів та іннервують гладку мускулатуру бронхів і діафрагму

2. Автоматією володіють структури дихального центру, розташовані в:

А. Корі головного мозку

В. Спинному мозку

С. Мосту

Д. Середньому мозку

Е. Довгастому мозку

3. Перемикання з вдиху на видих забезпечується:

А. Руховими центрами спинного мозку

В. Пневмотаксичним центром мосту

С. Центрами довгастого мозку

Д. Зірчастим ганглієм

Е. Корою великих півкуль

4. Від яких рецепторів починаються рефлекси Герінга — Брейера?

А. Рецепторів розтягування

В. Рецепторів до вуглекислого газу

С. Барорецепторів

Д. J-рецепторів

Е. Терморецепторів

5. Стимуляція рефлексу Герінга — Брейера приводить до:

А. Збільшення об'єму вдиху і видиху

В. Перемикання вдиху на видих

С. Збільшення альвеолярної вентиляції

Д. Перемикання видиху на вдих і навпаки

Е. Перемикання видиху на вдих

6. Центр вдиху довгастого мозку отримує імпульси на припинення вдиху від:

А. Пневмотаксичного центру, центру видиху, механорецепторів легенів і дихальних м'язів

В. Центру видиху довгастого мозку і пневмотаксичного центру

С. Механорецепторів легенів, міжреберних м'язів і діафрагми

Д. Хеморецепторів дуги аорти і каротидного синуса

Е. Дихального центру довгастого мозку і варолієвого мосту

7. Під час експерименту за умов ушкодження пневмотаксичного центру і двосторонньої ваготомії спостерігається:

- A. Глибоке і рідке дихання
- B. Часте і поверхневе дихання
- C. Затримка дихання на вдиху (апнейзис)
- D. Затримка дихання на видиху
- E. Дихання не зміниться

8. Під час експерименту за умов двосторонньої ваготомії спостерігається таке:

- A. Дихання не зміниться
- B. Часте і поверхневе дихання
- C. Затримка дихання на вдиху (апнейзис)
- D. Затримка дихання на видиху
- E. Глибоке і рідке дихання

9. За умов тотального ушкодження спинного мозку на рівні  $C_1$  спостерігається:

- A. Часте і глибоке дихання
- B. Зупинка дихання
- C. Дихання за рахунок скорочення діафрагми
- D. Дихання за рахунок скорочення внутрішніх грудних м'язів
- E. Дихання не зміниться

10. За умов тотального ушкодження спинного мозку на рівні  $Th_1$  спостерігається:

- A. Часте і глибоке дихання
- B. Зупинка дихання
- C. Дихання за рахунок скорочення діафрагми
- D. Дихання за рахунок скорочення внутрішніх грудних м'язів
- E. Дихання не зміниться

### **Відповіді**

1.E, 2.E, 3.B, 4.A, 5.D, 6.A, 7.C, 8.E, 9.B, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. До ефектів рефлексу Герінга — Брейера належать:

- A. Парадоксальний ефект Хеда
- B. Полегшення вдиху
- C. Інспіраторно-гальмівний
- D. Усі вищеперелічені
- E. Жоден із перерахованих

2. Якими переважно нервами надходять до ЦНС імпульси щодо газового складу крові?

- A. Блукаючим і депресорним
- B. Діафрагмальним і блукаючим
- C. Депресорним і синусовим
- D. Сипатичним стовбуром і блукаючим нервом
- E. Метасимпатичним нервом

3. Яка роль кори великих півкуль у регуляції дихання?

- A. Довільна регуляція дихання
- B. Передача імпульсів до довгастого мозку про глибину дихання

C. Передача імпульсів у центри, що пролягають нижче, про вміст  $CO_2$  у крові

- D. Автоматизм зовнішнього дихання
- E. Тонічний вплив на дихальний центр

4. Які рецептори нервової системи реєструють зміни газового складу крові?

- A. Механорецептори
- B. Барорецептори
- C. Хеморецептори
- D. Осморецептори
- E. Терморецептори

5. У яких структурах розташовані хеморецептори, що реєструють газовий склад крові?

- A. Легені, судини
- B. Судини, ЦНС
- C. ЦНС, легені
- D. Легені, тканини
- E. Бронхи, трахея

6. У яких відділах судинної системи розташовані основні скупчення хеморецепторів, що реєструють газовий склад крові?

- A. Дуга аорти і синокаротидна зона
- B. Судини легенів і скелетних м'язів
- C. Судини серця і легенів
- D. Судини нирок і серця
- E. Судини гіпофіза

7. Активізація яких з нижчеперелічених рецепторів приводить до констрикції легеневої артерії?

- A.  $\alpha_2$ -рецептори
- B.  $M_3$ -рецептори
- C.  $H_2$ -рецептори
- D.  $N_2$ -рецептори
- E. Ендотелінові рецептори

8. Чи вірно вказана послідовність процесів, що відбуваються в рецепторах каротидних тілець під час їх збудження за умов гіпоксії: ↓ провідність  $K^+$  каналів у I-клітинах каротидних тілець і ↑ провідності  $Ca^{2+}$  → деполяризація мембран I-клітин → збудження аферентних нервів?

- A. Вірно
- B. Не вірно
- C. Іонна провідність не змінюється
- D. Змінюється провідність лише для  $Cl^-$
- E. Змінюється провідність лише для  $Na^+$

9. Як зміниться дихання за умов подразнення проксимального (центрального) закінчення блукаючого нерва?

- A. Збільшиться частота дихання
- B. Збільшиться глибина дихання
- C. Станеться активізація захисних дихальних рефлексів
- D. Виникне апное (зупинка дихання)
- E. Параметри дихання не зміняться

10. Довільне дихання припиняється за умов:

- A. Перерізання стовбура мозку вище мосту

В. Перерізання стовбура мозку на рівні каудального кінця довгастого мозку

С. Білатеральної ваготомії

Д. Білатеральної ваготомії з перерізанням стовбура на рівні верхньої межі мосту

Е. Перерізання спинного мозку на рівні Th<sub>1</sub>

### **Відповіді**

1.D, 2.C, 3.A, 4.C, 5.B, 6.A, 7.E, 8.A, 9.D, 10.D.

### **Ситуаційні завдання**

1. Якщо піднести до носа випробовуваного шматочок вати, змоченої нашатирним спиртом, то відбувається тимчасова затримка дихання з подальшим виникненням чханья. У чому фізіологічний сенс даної рефлекторної реакції? Намалюйте схему рефлексу чханья.

2. Поясніть фізіологічний сенс затримки дихання у зайців за умов подразнення їх шкіри в ділянці шиї. Висловіть припущення, чому таке явище відсутнє у кроликів.

3. У несвіжих продуктах (м'ясо, риба, недоброякісні консерви) може міститися мікробний токсин ботулін. Він діє на міоневральні синапси подібно до різкого зменшення кількості іонів Ca<sup>2+</sup>. Поясніть, чому отруєння може виявитися смертельним.

4. У тварини перерізаний спинний мозок. За цих умов збереглося лише діафрагмальне дихання. Поясніть, на якому рівні здійснено перерізання.

5. В одного собаки виконують штучний вдих (розтягування альвеол повітрям). У другого собаки перерізають блукаючі нерви і подразнюють їх центральні відрізки. Поясніть, чи спостерігатимуться відмінності в дихальних реакціях обох собак.

6. Поясніть, якщо ізолювати довгастий мозок, зберігши його кровообіг, чи продовжуватиме в цих умовах працювати дихальний центр.

7. Спинний мозок перерізаний між першим і другим шийними сегментами. Що станеться з диханням? Намалюйте пневмограму цього досліду.

8. Спинний мозок перерізаний між шийним і грудним відділами. Поясніть, чи зміниться дихання і чому.

9. У тварини зруйнований довгастий мозок. Поясніть, що в цьому випадку станеться з диханням.

10. Здійснено перерізання мозку між довгастим мозком і варолієвим мостом. Намалюйте, які зміни дихання спостерігатимуться за цих умов.

11. Поясніть, що станеться з диханням, якщо перерізання сталося вище варолієвого мосту.

12. Відзначте, з яких перерахованих нижче рефлексогенних зон ідуть імпульси до дихального центру: гортань, бронхи, слизова оболонка порожнини носа, легені, каротидний синус, аорта, порожниста вена, пропріорецептори скелетних м'язів, рецептори перикарда, стравохід, кістковий мозок.

13. Поясніть, які зміни стануться на пневмограмі за умов двостороннього перерізання блукаючих нервів і подальшої стимуляції централь-

ного і периферичних кінців перерізаного вагуса. Намалюйте схему такої пневмограми.

14. У новонародженого котеняти перерізували обидва діафрагмальні нерви. Поясніть, як зміниться при цьому дихання.

15. Новонароджена дитина дихає 30 разів за 1 хв. Зробіть Ваш висновок і поясніть його.

16. Якщо у середині акту вдиху раптово під великим тиском увести повітря до альвеол, вдих припиниться і настане видих. Поясніть, з чим пов'язане припинення вдиху.

17. Під час експерименту на тварині досліджували роль аферентних волокон блукаючого нерва в регуляції дихання. Експеримент складався з кількох етапів: а) реєстрація пневмограми тварини до і після перерізання блукаючого нерва, що несе від механорецепторів легенів інформацію про ступінь розтягування альвеол і повітронесних шляхів у відділ дихального центру, розташований на рівні довгастого мозку; б) реєстрація пневмограми на тлі низькочастотної електростимуляції центрального відрізка перерізаного блукаючого нерва; в) реєстрація пневмограми на тлі високочастотної електростимуляції центрального відрізка перерізаного блукаючого нерва. Опишіть, які зміни спостерігалися на пневмограмах протягом усіх трьох етапів експерименту. Поясніть причини спостережуваних змін. Зробіть висновок про роль блукаючого нерва у регуляції дихання.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Затримка дихання запобігає потраплянню токсичної речовини до дихальних шляхів і легенів. Під час потрапляння подразника на слизову оболонку носової порожнини виникає захисний рефлекс — чханья.

Збудження іритантних рецепторів слизової оболонки носової порожнини → трійчастий і верхній горловий нерви → ядра трійчастого нерва у мості та ядра блукаючого нерва в довгастому мозку (гальмування центру вдиху, збудження центру видиху) → мотонейрони м'язів видиху → скорочення черевних м'язів і внутрішніх косих міжреберних м'язів.

2. Внаслідок свого способу життя зайцям часто доводиться ховатися під кущами і затаюватися. За цих умов ділянка шиї піддається механічному подразненню, водночас затримується дихання. У результаті виробилася стійка комплексна захисна реакція — за умов небезпеки затаюватися і затримувати дихання. Штучне подразнення ділянки шиї відтворює цю реакцію. Кролик — тварина домашня, для якої даний рефлекс не є необхідним.

3. Іони Ca<sup>2+</sup> сприяють виділенню медіатора в синаптичну щілину. За відсутності Ca<sup>2+</sup> медіатор не вивільняється і порушується перехід збудження з нерва на скелетний м'яз. Якщо перестають збуджуватися дихальні м'язи, відбувається зупинка дихання.

4. Мотонейрони діафрагмального нерва, який керує рухами діафрагми, знаходяться в 3–4-му шийному сегментах спинного мозку. Ней-

рони міжреберних нервів знаходяться в грудно-м'язовій ділянці, отже, перерізання зроблено нижче за 4-й шийний сегмент, але вище 1-го грудного.

5. У першого собаки активується рефлекс: рецептори розтягування легенів — волокна блукаючих нервів — довгастих і середній мозок (гальмування центру вдиху, збудження центру видиху) — мотонейрони м'язів видиху — скорочення внутрішніх міжреберних м'язів. Таким чином, вдих змінюється на видих. У другого собаки діє та ж система, за винятком рецепторів. Вдих змінюється на видих.

6. Так, буде. Клітини дихального центру можуть збуджуватися під впливом  $\text{CO}_2$ , який утворюється протягом метаболізму у цих клітинах, тобто мають властивість до автоматії. Таким чином, рефлекторні та гуморальні впливи на дихальний центр не викликають його активності як такої, а лише підтримують і змінюють її.

7. Дихання припиниться, оскільки в цьому випадку дихальні центри ізолюються від дихальної мускулатури.

8. Дихання збережеться за рахунок роботи діафрагми, оскільки центр діафрагмального нерва збереже зв'язок із дихальним центром.

9. Дихання припиниться, оскільки руйнується дихальний центр.

10. Порушиться нормальна зміна дихальних рухів, оскільки в цьому випадку ушкоджується зв'язок дихального центру з центром пневмотаксису. Дихання буде частим і глибоким.

11. Дихання не зміниться.

12. Слизова оболонка і повітроносні шляхи.

13. За умов перерізання блукаючих нервів дихання буде глибоким і рідшим. Подразнення периферичного кінця вагуса викликає уповільнення дихання, центрального — такого ефекту не дає.

14. Дихання зупиниться, оскільки у новонародженого тип дихання лише діафрагмальний, а реберний ще не сформувався.

15. У дитини є патологія дихання. За нормою частота дихальних рухів у новонародженого 60–70 за 1 хв.

16. За умов швидкого введення під великим тиском повітря в альвеоли настає сильне подразнення рецепторів розтягування легенів, що приводить до стимуляції експіраторної частини дихального центру і вдих змінюється на видих (рефлекс Герінга — Брейера).

17. У першій частині експерименту (а) після перерізання блукаючого нерва дихання стало рідшим і глибоким. На другому етапі (б) різко збільшується тривалість вдиху. На третьому (в) — вдих зупиняється з початком стимуляції. Частота збуджень, що йдуть аферентними волокнами блукаючого нерва від механорецепторів легенів, відображає параметри отриманого результату, тобто об'єм повітря, що надходить у легені в процесі вдиху. За умов експерименту, із допомогою електростимуляції центрального кінця блукаючого нерва, моделювали високий ступінь розтягування легенів (велика частота стимуляції) і слабке розтягування легенів (низька частота стимуляції). У першому випадку вдих відразу при-

пинявся, а в другому — розтягувався на більш тривалий час, хоча необхідна кількість повітря вже надійшла до легенів.

Аферентні волокна блукаючого нерва, що несуть інформацію від механорецепторів легенів до центру вдиху і видиху (довгастих мозок), беруть участь у механізмі зміни вдиху (гальмування інспіраторних нейронів) на видих (активація експіраторних нейронів, оскільки вони знаходяться в реципрокних стосунках з інспіраторними нейронами). Цей механізм особливо виражений під час глибокого дихання.

## 9.6. ДОСЛІДЖЕННЯ ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ДИХАННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів гуморальної регуляції дихання необхідне для розуміння процесів функціонування системи дихання за умов дії різних гуморальних факторів і, у разі потреби, цілеспрямованого впливу на її роботу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми впливу факторів гуморальної регуляції на діяльність серця.

2. Особливості функціонування системи дихання за умов дії різних гуморальних факторів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Вплив газового складу і рН артеріальної крові на частоту і глибину дихання.

2. Центральні та периферичні хеморецептори, їх значення в забезпеченні газового гомеостазу.

3. Зміни вентиляції легенів за умов гіперкапнії та гіпоксії.

4. Дихання під час фізичного навантаження, підвищеного і зниженого барометричного тиску.

5. Механізм першого вдиху новонародженого.

6. Вікові особливості регуляції дихання.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Замалюйте й опишіть рефлекторні дуги рефлексів із хеморецепторів каротидного синуса та дуги аорти.

2. опишіть гуморальні механізми регуляції дихання.

3. опишіть експерименти, що доводять існування гуморального механізму регуляції дихання.

*Програма практичної роботи на занятті:*

Визначення часу максимальної затримки дихання на видиху (проба Сабразе).

**Методика визначення часу максимальної затримки дихання на видиху (проба Сабразе)**

*Для роботи необхідний секундомір.*

*Об'єкт дослідження — людина.*

*Проведення роботи.* Досліджуваній протягом 1 хв здійснює форсоване дихання. Потім робить максимальний видих, визначається час максимальної затримки. Пробу повторюють кілька разів.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані занесіть у протокол дослідження, порівняйте час затримки дихання на видиху у кількох досліджуваних.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Яка з перелічених структур має повний набір рецепторів до  $O_2$ ,  $CO_2$  і рН?

- А. Бронхи
- В. Легені
- С. Довгастий мозок
- Д. Каротидне тільце
- Е. Міст

2. Чим переважно можна пояснити відносно постійність газового складу артеріальної крові за умов порівняно широкої мінливості поглинання  $O_2$  в організмі та виділенні з нього  $CO_2$ ?

- А. Постійністю об'ємної швидкості кровотоку
- В. Постійністю складу альвеолярного повітря
- С. Постійністю артеріального тиску
- Д. Постійністю рН плазми крові
- Е. Постійністю складу вдихуваного повітря

3. Діяльність дихального центру, що визначає частоту і глибину дихання, залежить, перш за все, від:

- А.  $pCO_2$ ,  $pO_2$  і рН артеріальної крові
- В.  $pCO_2$ ,  $pO_2$  і рН венозної крові
- С. Кількості формених елементів крові
- Д. Гематокритного показника
- Е. Кори великих півкуль

4. Провідне значення у регуляції величини вентиляції легенів має:

- А.  $pCO_2$  венозної крові
- В.  $pCO_2$  повітря, що видихається
- С.  $pCO_2$  артеріальної крові
- Д.  $pO_2$  артеріальної крові
- Е.  $pO_2$  венозної крові

5. У досліді Фрідеріка з перехресним кровопостачанням у одного собаки перетискають трахею, внаслідок чого у другого виникає:

- А. Гіпноное
- В. Періодичне дихання
- С. Ейпноное
- Д. Гіперпноное
- Е. Апноное

6. Периферичні хеморецептори, що беруть участь у регуляції дихання, реагують переважно на зміну:

- А.  $pO_2$  альвеолярного повітря
- В.  $pO_2$  венозної крові
- С.  $pCO_2$  венозної крові
- Д.  $pO_2$  артеріальної крові
- Е.  $pCO_2$  артеріальної крові

7. Які рецептори легенів реагують на дію тютюнового диму, пилу, слизу, пари їдких речовин?

- А. Розтягування
- В. J-рецептори
- С. Іритантні
- Д. Барорецептори
- Е. Усі вказані рецептори

8. Людині з рідким і поверхневим диханням дають дихати сумішшю  $O_2$  (96–97 %) і  $CO_2$  (3–4 %). Чи обов'язкова наявність  $CO_2$  у даному випадку і чи доцільне подальше збільшення його в суміші?

- А. Обов'язкова, але подальше збільшення не доцільне
- В. Наявність  $CO_2$  в суміші не обов'язкова
- С. Обов'язкова, і подальше збільшення доцільне
- Д. Наявність  $CO_2$  в суміші обов'язкова
- Е. Не обов'язкова, і подальше збільшення його в суміші недоцільне

9. Після виконання роботи на глибині 80 м підйом водолаза був прискорений. Які явища можуть розвинути за цих умов?

- А. Зниження напруження  $O_2$  в артеріальній крові
- В. Підвищення вмісту в крові  $O_2$
- С. Підвищення вмісту в крові азоту
- Д. Вихід із крові газів — десатурація
- Е. Зниження парціального тиску газів альвеолярного повітря

10. Група туристів канатною дорогою піднялася на гору заввишки 3000 м. Як зміниться у них дихання?

- А. Збільшиться глибина дихання
- В. Збільшиться частота дихання
- С. Збільшиться частота і глибина дихання
- Д. Дихання не зміниться
- Е. Зменшиться глибина і частота дихання

**Відповіді**

1.D, 2.B, 3.A, 4.C, 5.D, 6.D, 7.C, 8.A, 9.D, 10.C.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Який стан виникає у випробовуваного, якщо він упродовж 1 хв дихає атмосферним повітрям часто і глибоко?

- А. Асфіксія
- В. Гіперкапія
- С. Гіпоксемія
- Д. Апноное
- Е. Гіпокапія

2. Периферичні хеморецептори, що беруть участь у регуляції дихання, локалізуються переважно:

- А. У плеврі
- В. У каротидному синусі та дузі аорти
- С. У трахеї
- Д. У дихальних м'язах
- Е. У довгастому мозку

3. Причиною виникнення гіпоксії за умов переміщення жителя рівнини в умови високогір'я є:

- А. Підвищення  $pO_2$  в повітрі внаслідок збільшення атмосферного тиску
- В. Зниження концентрації  $O_2$  в повітрі нижче 20,93 %

С. Зниження  $pO_2$  в повітрі внаслідок зменшення атмосферного тиску

Д. Підвищення еритропоезу

Е. Зниження еритропоезу

4. Чому дорівнює приблизний процентний вміст  $O_2$  в розрідженій атмосфері на висоті 6000 м над рівнем моря?

А. 15,42 %

В. 18,75 %

С. 8,34 %

Д. 16,80 %

Е. 20,93 %

5. Що є безпосередньою і головною причиною високогірної хвороби?

А. Зниження напруження  $O_2$  в крові, яка забезпечує мозок

В. Гіпокапнія, центральний алкалоз і спазм мозкових судин

С. Підкислення артеріальної крові продуктами анаеробного обміну

Д. Гіпоксія і параліч дихального центру

Е. Підвищення ЧД

6. Основний ефект гіпербаротерапії полягає в поліпшенні доставки  $O_2$  до тканин за рахунок збільшення:

А. Альвеолярної вентиляції

В. Його з'єднання з гемоглобіном

С. Його розчинності в плазмі крові

Д. Усі відповіді неправильні

Е. Усі відповіді правильні

7. Кесонна хвороба розвивається за умов різкого переходу із зони:

А. Високого барометричного тиску в зону нижчого

В. Низького барометричного тиску в зону вищого

С. З атмосферним тиском 760 мм рт. ст. в зону з таким же тиском

Д. З атмосферним тиском 760 мм рт. ст. в зону з тиском 800 мм рт. ст.

Е. Усі відповіді неправильні

8. Як зміниться ХОД і яка стимул-реакція в регуляції за цих умов виявиться, якщо напруження двоокису вуглецю в артеріальній крові підвищилося до 60 мм рт. ст.?

А. Зменшиться (гіперкапнічний стимул-реакція)

В. Зменшиться (стимул-реакція гіпоксії)

С. Збільшиться (стимул-реакція гіпоксії)

Д. Збільшиться (гіперкапнічний стимул-реакція)

Е. Не зміниться

9. Який гуморальний фактор відіграє основну роль у регуляції дихання?

А. Адреналін

В.  $H^+$

С.  $CO_2$

Д.  $O_2$

Е. Продукти метаболізму

10. Як зміниться хвилиний об'єм дихання і яка стимул-реакція в регуляції при цьому виявиться, якщо напруження кисню в артеріальній крові знизилося до 50 мм рт. ст.?

А. Збільшиться (гіперкапнічний стимул-реакція)

В. Зменшиться (стимул-реакція гіпоксії)

С. Збільшиться (стимул-реакція гіпоксії)

Д. Зменшиться (гіперкапнічний стимул-реакція)

Е. Не зміниться реакції

### Відповіді

1.Е, 2.В, 3.С, 4.Е, 5.С, 6.С, 7.А, 8.Д, 9.С, 10.С.

### Ситуаційні завдання

1. Розрахуйте, як вплине на ХОД збільшення вжитку організмом  $O_2$  на 8 л за 1 год.

2. Поясніть, чому після припинення тривалої затримки дихання воно на деякий час стає прискореним.

3. В Італії є так звана собача печера. Свою назву вона дістала тому, що людина, яка знаходиться деякий час у цій печері, залишається неушкодженою, а собаки гинуть. Поясніть можливу причину.

4. До лікарні надійшла людина, що отруїлася барбітуратами. За цих умов різко знижується чутливість нейронів дихального центру до  $CO_2$ . Лікар вирішив призначити дихання чистим  $O_2$ . Поясніть, до чого це може призвести.

5. Назвіть основні два механізми, які дозволяють організму пристосуватися до гіпоксії будь-якого походження.

6. У спорті відомі явища, які називаються «мертва точка» і «друге дихання». Суть їх у тому, що у деяких бігунів на дистанції виникає в якийсь момент відчуття неможливості продовжувати біг («мертва точка»). Але якщо пересилити себе і трішки потерпіти, то настає значне полегшення («друге дихання») і спортсмен нормально фінішує. Поясніть, у чому суть цих явищ.

7. Грізною ознакою агонального стану людини є поява дихання Чейн — Стокса. Воно називається також періодичним і виявляється в тому, що дихання перестає бути постійним. Після кількох вдихів настає пауза, потім знову кілька вдихів і пауза і т. д. Паузи подовжуються і, врешті-решт, дихання зупиняється. Поясніть механізм цього явища.

8. Якщо у новонародженого під час перев'язування пуповини затягувати лігатуру дуже повільно, то перший вдих може не статися, і дитина загине. Поясніть, чому це може статися.

9. Поясніть, чому після припинення посиленої м'язової діяльності, наприклад бігу, робота серця і дихання протягом деякого часу зберігаються на підвищеному рівні.

10. У собаки незабаром після появи великої кількості щенят почалися сильні судоми, які призвели до зупинки дихання і загибелі тварини. Поясніть передбачувану причину цього явища і можливі методи надання допомоги.

11. Випробовуваний після двохвилинної гіпервентиляції затримав дихання на видиху. Потім після відпочинку він присідав протягом 2 хв, після чого знову затримав дихання, але вже на вдиху. Поясніть, у якому випадку затримка була тривалішою.

12. Відомо, що посилення обміну речовин спричинює збільшення ХОД. Поясніть основний механізм цього явища.

13. У плазмі крові підвищилася концентрація вуглекислоти. Поясніть, чи вплине на це процес виділення кисню з крові і чому.

14. Поясніть, як вплине на процес виділення  $\text{CO}_2$  з крові дихання чистим  $\text{O}_2$ .

15. Намалуйте спірограму людини відразу після припинення максимальної затримки дихання. Поясніть механізм змін дихальних об'ємів за цих умов.

16. Поясніть основний механізм збільшення легеневої вентиляції та ХОД за умов фізичного навантаження у дітей раннього віку.

17. У двох собак під наркозом провели операцію: з метою формування перехресного кровообігу. Після такої операції голова першого собаки отримувала кров із тулуба другої собаки, а голова другої — з тулуба першої собаки. Коли у першого собаки частково перетискали трахею і таким чином викликали асфікцію, гіпервентиляція розвивалася у другої собаки. У першого собаки, не дивлячись на збільшення в артеріальній крові напруження  $\text{CO}_2$  і зниження напруження  $\text{O}_2$ , починалася гіповентиляція. Як пояснити отримані зміни дихання в експериментальних тварин? Який механізм регуляції дихання підтверджується цим експериментом? Хто автор описаного експерименту?

18. За умов легкого отруєння чадним газом чоловік відчув слабкість, запаморочення, серцебиття. Поясніть механізм подібних явищ. Як за цих умов змінюється киснева ємність крові? Поясніть, як позбавити постраждалого від цих симптомів без лікарських препаратів.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Відомо, що за умов підвищеного споживання  $\text{O}_2$  на 100 мл за 1 хв ХОД зростає на 1 л. У нашому випадку збільшення споживання кисню таке:  $8000 : 60 = 134$  мл. Таким чином, ХОД має збільшитися на  $134 \cdot 100 = 13400$  мл (13,4 л).

2. За умов тривалої затримки дихання утворюється надлишок  $\text{CO}_2$ , який сильно подразнює дихальний центр.

3. У печері виділяється  $\text{CO}_2$ , який скупчується внизу. Через низький зріст собака опиняється в атмосфері  $\text{CO}_2$  і дихає ним, що досить швидко призводить до паралічу дихального центру.

4. В умовах дихання чистим  $\text{O}_2$  зникне подразник дихального центру і центр перестане збуджуватися, що створить серйозну загрозу життю людини.

5. Один механізм — посилення діяльності засобів доставки  $\text{O}_2$  — кровообігу, дихання, дихальної функції крові. Другий — зміни у ткани-

нах, що дозволяють їм існувати в середовищі зі зниженим вмістом  $\text{O}_2$ .

6. За умов переходу від звичайних умов до бігу стрибкоподібно зростає потреба у збільшенні витрати енергії у м'язах. Щоб забезпечити цю потребу, настільки ж стрибкоподібно повинна збільшитися робота серця і дихальної системи, але ці системи можуть досягти необхідного рівня не відразу, а поступово, тому потрібен деякий час для встановлення нового стаціонарного стану. Протягом цього часу зростає дисбаланс між потрібною кількістю  $\text{O}_2$  і його надходженням, що і може призвести до «мертвої точки». Але потім робота ССС і дихальної системи посилюється настільки, що досягається рівновага між потребою в енергії та її надходженням — «друге дихання» — встановлення нового стаціонарного стану.

7. Роботу дихального центру в основному визначають збудливість його нейронів і концентрація  $\text{CO}_2$ . За умов агонального стану збудливість нейронів дихального центру різко знижується, і тому вони вже не можуть збуджуватися під час дії звичайних кількостей  $\text{CO}_2$ . Після кількох дихальних циклів настає пауза, під час якої нагромаджуються значні кількості  $\text{CO}_2$ . Тепер вони вже можуть збудити дихальний центр. Відбувається кілька вдихів — видихів, кількість  $\text{CO}_2$  знижується, знову настає пауза і т. д. Якщо не вдається поліпшити стан людини, то неминучим є летальний кінець.

8. Серед факторів, що забезпечують початок самостійного дихання новонародженого, дуже важливу роль відіграє припинення надходження крові з організму матері. Це призводить до нагромадження в крові дитини  $\text{CO}_2$  і подразнення дихального центру. Відбувається перший вдих, і починається нормальне дихання атмосферним повітрям. При дуже повільному перетисканні пуповини повільно зростатиме вміст  $\text{CO}_2$  в крові, і нейрони дихального центру не зможуть збудитися. Перший вдих так і не станеться.

9. Коли людина виконує фізичне навантаження, відбувається підвищене нагромадження метаболітів, для окиснення яких потрібний великий об'єм  $\text{O}_2$ , який організм не може одночасно доставити у тканини, тому утворюється так званий кисневий борг. Він погашується протягом деякого часу після припинення фізичної роботи. Протягом періоду погашення зберігається прискорена робота серця і дихання, що поступово повертається до висхідних значень.

10. На формування тіл великої кількості щенят організм матері витратив так багато кальцію, що паразитоподібні залози не змогли досить швидко компенсувати його надмірну витрату. У результаті кількість  $\text{Ca}^{2+}$  різко зменшилася, що призвело до значного підвищення збудливості та виникнення судом. За умов поширення судом на дихальні м'язи настала загибель. Допомогти тварині в цьому випадку можна було, ввівши розчин, наприклад, хлористого кальцію.

11. На вдиху затримка дихання завжди довша, ніж на видиху. Але різниця між вмістом у

крові  $\text{CO}_2$  після гіпервентиляції та фізичного навантаження настільки велика, що цей фактор у багато разів перекирає відмінності після вдиху і видиху. Тому після гіпервентиляції тривалість затримки значно збільшується, а те, що вона проводилася на вдиху або на видиху, за даних умов неістотно.

12. За умов активізації обміну речовин у крові збільшується вміст  $\text{CO}_2$  і знижується вміст  $\text{O}_2$ , що є причиною рефлекторного збудження дихального центру через хеморецептори судин або хемочутливі зони мозку.

13. Дихання слабшає, оскільки після гіпервентиляції розвивається гіпокапія і подразнення хеморецепторів рефлексогенних зон вуглекислим газом зменшується.

14. Підвищення парціального напруження  $\text{CO}_2$  в крові зрушує криву дисоціації  $\text{HbO}_2$  вправо і прискорює процес його розпаду.

15. У результаті затримки дихання в крові нагромаджується  $\text{CO}_2$ , який подразнює хеморецептори рефлексогенних зон і викликає поштішання і поглиблення дихання.

16. Легенева вентиляція і ХОД у дітей зростають переважно за рахунок зміни ЧД.

17. 1) Перетискання трахеї у першого собаки викликає гіпоксію в його організмі, тобто зниження вмісту  $\text{O}_2$  і збільшення напруження  $\text{CO}_2$  в крові. Ця кров надходить у голову другого собаки і омиває структури дихального центру, пневмотаксичний відділ дихального центру стимулює роботу інспіраторного відділу, що супроводжується гіперпноєю у другого собаки. Гіперпноє призводить до підвищення вмісту  $\text{O}_2$  і зниження рівня  $\text{CO}_2$  в крові другої тварини. Ця кров омиває структури дихального центру першого собаки і викликає у нього апное.

2) У цьому досліді вперше був доведений гуморальний механізм регуляції дихання.

3) Автором даного експерименту є італійський фізіолог Фредерік (1890).

18. 1) Симптоми, що з'явилися у потерпілого під час легкого отруєння  $\text{CO}$ , викликані наростанням гіпоксії, оскільки  $\text{Hb}$  почав сполучатися з чадним газом і перестав транспортувати  $\text{O}_2$ .

2) Спорідненість  $\text{Hb}$  до чадного газу в 200 разів більша, ніж до  $\text{O}_2$ , тому киснева ємність крові падає.

3) При легкому отруєнні досить винести потерпілого на свіже повітря.

## 9.7. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ФІЗІОЛОГІЇ СИСТЕМИ ДИХАННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Закріплення практичних навичок з методів дослідження системи дихання, які використовуються з метою діагностики і лікування в клініці, є необхідною умовою для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Основні процеси, що лежать в основі функціональної активності органів дихання, і механізми їх регуляції.

2. Методики дослідження функціональних станів системи дихання та їх клінічне використання.

*Перелік практичних навичок з фізіології системи дихання:*

1. Оцінювати стан кожного з етапів дихання і механізми регуляції на основі аналізу параметрів, які характеризують функції етапів дихання.

2. Оцінювати стан організму за показниками спірометрії.

3. Оцінювати стан організму за показниками спірографії.

4. Оцінювати стан організму за показниками пневмотахометрії.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Яка кількість повітря називається функціональною залишковою ємністю?

А. Кількість повітря, що залишається в легенях після спокійного вдиху

В. Кількість повітря, що залишається в легенях після форсованого вдиху

С. Сума об'ємів спокійного і резервного вдиху

Д. Кількість повітря, яку можна вдихнути після спокійного вдиху

Е. Об'єм анатомічного мертвого простору

2. Як називається об'єм повітря, що являє суму дихального об'єму, резервного об'єму вдиху і резервного об'єму видиху?

А. Форсована ЖЄЛ

В. Об'єм анатомічного і функціонального мертвого простору

С. ФЗЄ

Д. ЖЄЛ

Е. ХОД

3. Які показники зовнішнього дихання збільшуються за умов регулярних занять спортом?

А. ЖЄЛ

В. ФЖЄЛ

С. ОФВ<sub>1</sub>

Д. ДО

Е. Усі вищеперелічені

4. Загальна плетизмографія тіла дозволяє оцінити:

А. Розтяжність легенів

В. Роботу легенів

С. Бронхіальний опір

Д. Загальну ємність легенів

Е. Вентиляційно-перфузійну відповідність

5. Альвеолярний мертвий простір:

А. Частина альвеол, які перфузуються, але не вентилуються

В. Частина альвеол, які перфузуються і вентилуються

С. Частина альвеол, які не перфузуються і не вентилуються



D. Частина альвеол, які не перфузуються, але вентилюються

E. Частина альвеол, які перфузуються

6. Гіповентиляція:

A. Вентиляція, під час якої  $p\text{CO}_2 = 40$  мм рт. ст.

B. Вентиляція, під час якої  $p\text{CO}_2 > 40$  мм рт. ст.

C. Збільшення частоти дихання

D. Вентиляція, під час якої  $p\text{CO}_2 < 40$  мм рт. ст.

E. Збільшення глибини дихання

7. Гіпервентиляція:

A. Вентиляція, під час якої  $p\text{CO}_2 = 40$  мм рт. ст.

B. Вентиляція, під час якої  $p\text{CO}_2 > 40$  мм рт. ст.

C. Збільшення частоти дихання

D. Вентиляція, під час якої  $p\text{CO}_2 < 40$  мм рт. ст.

E. Збільшення глибини дихання

8. Збільшення ДО спричинює зростання:

A. Альвеолярної вентиляції

B. Функціональної залишкової ємності

C. Об'єму мертвого простору

D. Резерву дихання

E. Резервного об'єму видиху

9. Від яких параметрів залежить показник ЖЄЛ?

A. Частоти і глибини дихання

B. Статі, віку і зросту

C. Способу вимірювання

D. Величини атмосферного тиску

E. Парціального тиску  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$  у повітрі

10. Які зміни дихання реєструються після затримки дихання?

A. Тривала гіпервентиляція

B. Судомне дихання

C. Рефлекторне гіперпноє

D. Рефлекторне апное

E. Дихання не змінюється

### *Відповіді*

1.A, 2.D, 3.E, 4.E, 5.D, 6.B, 7.D, 8.A, 9.B, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. При зміні яких показників аферентні імпульси в першу чергу впливають на активність дихального центру при затримці дихання?

A. Зміни об'єму легенів

B. Ступеня розтяжності волокон

C. Зміни тиску в плевральній порожнині

D. Зміни швидкості повітряного потоку

E. Зміни рН крові

2. Можливість довільної затримки дихання підтверджує:

A. Наявність гуморальної регуляції дихання й участь кори великих півкуль у регуляції дихання

B. Наявність лише нервової регуляції дихання

C. Наявність лише гуморальної регуляції дихання

D. Роль механорецепторів легенів у регуляції дихання

E. Автоматію нейронів дихального центру

3. Чому під час визначення максимальної хвилинної вентиляції пропонують дихати максимально глибоко і швидко протягом 15–20 с, а не 1 хв?

A. Втомлюються дихальні м'язи

B. Виникає гіпокапнія

C. Виникає гіперкапнія

D. Виникає ацидоз

E. Усе вищеперелічене

4. Які з нижчеперелічених факторів впливають на частоту і глибину дихання?

A. рН крові

B. Вміст  $\text{O}_2$  в крові

C. Вміст  $\text{CO}_2$  в крові

D. Аферентація від механорецепторів легенів

E. Усе вищеперелічене

5. Як зміниться дифузія газів з альвеолярного повітря у кров і назад за умов низького атмосферного тиску?

A. Знизиться надходження у кров  $\text{O}_2$  і вихід з крові  $\text{CO}_2$

B. Знизиться надходження у кров  $\text{O}_2$  і збільшиться вихід  $\text{CO}_2$

C. Дифузія не зміниться

D. Збільшиться надходження у кров  $\text{O}_2$  і вихід  $\text{CO}_2$  з крові

E. Збільшиться надходження у кров  $\text{O}_2$  і знизиться вихід  $\text{CO}_2$

6. Як зміниться дисоціація  $\text{HbO}_2$  під час тяжкої фізичної роботи?

A. Збільшиться

B. Зменшиться

C. Не зміниться

D. Спочатку не зміниться, потім зменшиться

E. Спочатку зменшиться, потім нормалізується

7. Завдяки яким механізмам у плода насичення крові  $\text{O}_2$  підвищене?

A. Внаслідок підвищеного метаболізму

B. Внаслідок зміни рН

C. Внаслідок підвищення температури крові матері

D. За рахунок високої спорідненості  $\text{Hb}$  до  $\text{O}_2$

E. За рахунок низької спорідненості  $\text{Hb}$  до  $\text{O}_2$

8. У якій формі транспортується більша частина  $\text{CO}_2$ ?

A. У розчиненому стані

B. У вигляді  $\text{HbCO}_2$

C. У вигляді гідрокарбонату  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

D. У газоподібному стані

E. У вигляді вугільної кислоти

9. Чим можна пояснити велику концентрацію  $\text{O}_2$  у повітрі, що видихається, порівняно з альвеолярним?

- A. Збільшенням резервного об'єму видиху
- B. Наявністю мертвого простору
- C. Збільшенням ЖЄЛ
- D. Поглинанням азоту
- E. Зниженою швидкістю видиху

10. За рахунок чого підтримується постійність співвідношення  $O_2/CO_2$  в альвеолярному повітрі?

- A. Глибини дихання
- B. Зміни частоти дихання
- C. Об'єму залишкового повітря
- D. Постійного газообміну між альвеолярним повітрям і кров'ю
- E. Постійного кровотоку в легенях

### Відповіді

1. E, 2. A, 3. B, 4. E, 5. B, 6. A, 7. D, 8. C, 9. B, 10. C.

### Ситуаційні завдання

1. Поясніть, як виміряти дихальний об'єм, резервний об'єм вдиху і резервний об'єм видиху за допомогою спірометра. Поясніть, які інструкції необхідно дати пацієнту.

2. Поясніть, як зменшення тиску в грудній порожнині впливає на кровообіг і чому. У яку фазу дихального циклу це відбувається?

3. Поясніть фізіологічну роль виникнення поліпноє у собак за умов дії високої температури. Намалуйте дихальну криву, що відображає це явище.

4. Двом теплокровним тваринам зробили операції: а) у першої тварини перев'язали правий бронх і ліву легеневу артерію; б) у другій тварини перев'язали лівий бронх і ліву легеневу артерію. Відразу після операції почали реєстрацію пневмограми, але перша тварина дуже швидко загинула, друга залишилася живою. Поясніть, чому загинула перша тварина. Порушення яких етапів дихання стало причиною загибелі тварини? Опишіть і поясніть зміни зовнішнього дихання у тварин.

5. Водолази у скафандрі можуть тривалий час працювати на глибині 100 м і більше, але під час підйому на поверхню вони повинні дотримуватися певних правил. Одне з них: швидкість підйому має бути повільною, інколи з проміжним перебуванням у декомпресійній камері, інакше у них може виникнути кесонна хвороба. Водночас тренувані нирці також можуть без дихальної апаратури занурюватися на велику глибину і через кілька хвилин швидко виринати. За цих умов у них не спостерігаються симптоми кесонної хвороби. Поясніть, які явища в організмі створюють передумови до розвитку кесонної хвороби. Чому важливо зберігати певний режим підйому на поверхню? Чому у нирців не виникає кесонна хвороба? Які механізми саморегуляції після тривалих тренувань підвищують функціональні можливості людини для перебування її на глибині відносно довго без дихальної апаратури?

6. У двох студентів однакового віку і статури після забігу на 5000 м зареєстровані показники зовнішнього дихання. У першого студента ЧД становила 40/хв, ДО — 500 мл. У другого студента ЧД — 27/хв, а ДО — 1200 мл. Об'єм мертвого простору в обох студентів дорівнював 150 мл, залишковий об'єм — 1000 мл, а резервний об'єм видиху — 1500 мл. Поясніть:

1) Чому під час бігу змінюються параметри зовнішнього дихання?

2) Розрахуйте коефіцієнти легеневої вентиляції у студентів.

3) На основі отриманих розрахунків поясніть, у кого ефективніше дихання.

7. Поясніть, чому у чоловіків переважає черевний тип дихання, а у жінок — грудний.

8. За умов проведення дослідження функціонального стану органів дихання у випробовуваного (чоловік 55 років, зріст — 180 см) визначили, що ЖЄЛ дорівнює 4000 мл, індекс Тіффно — 60 %, а об'єм анатомічного мертвого простору — 120 мл. Під час додаткових досліджень встановлено, що функція мукоцитів слизової оболонки бронхів не порушена, чужорідних тіл і пухлинних утворень у ділянці дихальних шляхів немає. Лікар призначив медикаментозне лікування. Поясніть, які відхилення від норми відмічаються у випробовуваного, як це підтвердити. Про що свідчать отримані результати обстеження? Який механізм дії має бути у призначеного лікарського препарату для усунення виявлених відхилень?

9. Поясніть можливу причину того, що жодна з комах не досягає великих розмірів, властивих багатьом іншим тваринам.

10. Перші багатоклітинні тварини не мали ані зябер, ані легенів, вони дихали всією поверхнею тіла. Коли з'явилися більш високоорганізовані організми, то хоча всі вони набули особливих органів дихання, здатність дихати шкірою збереглася. Деякі ділянки шкіри за інтенсивністю дихання навіть перевершують легені. Поясніть, чому ж еволюція пішла шляхом утворення спеціалізованих органів дихання.

11. Поясніть можливу причину, чому плоскі черв'яки є плоскими.

12. Під час підготовки до серйозних змагань спортсмени тренуються в умовах високогір'я (приблизно 2–3 км над рівнем моря) протягом місяця і більше. Під час тренувань, навіть у теплу пору року, спортсмени одягають костюми, що утеплюють (гріють м'язи). Укraj рідко трапляються «порушники», які додатково використовують фармакологічний препарат, що містить гормон для посилення фізіологічного ефекту тренувань у горах. Поясніть:

1) Як впливають на газообмін тренування в умовах високогір'я?

2) Як впливає на оксигенацію м'язів їх розігрівання?

3) Про який гормон йдеться, у чому його фізіологічне значення?

4) Який показник крові може змінитися за умов тривалого перебування на високогір'ї з негативним значенням для організму?

13. Проведено дослідження з вивчення впливу на організм людини дихання в замкнутому просторі (мішок Дугласа). Проаналізовано два варіанти: а) випробовуваний здійснює вдих і видих через дуже коротку трубку, сполучену зі спеціальним мішком Дугласа, заповненим атмосферним повітрям; водночас реєструються пневмограма, вміст  $\text{HbO}_2$  в крові та ЧСС (дослідження припиняється за умов виникнення задишки); б) випробовуваний також дихає через коротку трубку, сполучену з мішком Дугласа, але повітря, що за цих умов видихається, проходить через поглинач  $\text{CO}_2$ ; також реєструються пневмограма, вміст  $\text{HbO}_2$  і ЧСС (дослідження припиняється за умов виникнення задишки). Поясніть, яке дослідження продовжувалося довше — перше (а) або друге (б). Які зміни реєстрованих показників спостерігаються у першому і другому варіантах дослідження і чому? У якого випробовуваного вони раніше почнуться? Зміни яких гомеостатичних параметрів в організмі призводять до задишки?

14. Поясніть механізм почастішання дихання під час бігу.

15. Навіть дуже тренована людина не може пробути під водою довше 5–6 хв.  $\text{CO}_2$ , що нагромаджується у надлишку через затримку дихання, подразнює дихальний центр і, врешті-решт, відбувається вдих. Поясніть, як же в такому разі деякі пірнаючі тварини можуть залишатися під водою достатньо довго, інколи до години (кити), і за цих умов не дихати.

16. У погано провітрюваній кімнаті вміст  $\text{CO}_2$  більше норми і недостатня кількість  $\text{O}_2$ . Поясніть, хто у цій ситуації раніше відчує задуху в приміщенні — діти або дорослі.

#### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Для вимірювання ДО необхідно зробити нормальний спокійний видих у спірометр після спокійного вдиху. Краще зробити за умов піднятого ковпака спірометра кілька спокійних вдихів і видихів, не виймаючи трубки з рота, і взяти середнє значення. Для визначення  $\text{PO}_{\text{вд}}$  необхідно попросити випробовуваного зробити після нормального вдиху з атмосфери додатковий максимально можливий вдих з-під піднятого ковпака спірометра. Для визначення  $\text{PO}_{\text{вид}}$  треба зробити після спокійного видиху в атмосферу максимально можливий видих у спірометр.

2. Під час вдиху за рахунок зниження тиску в грудній порожнині розширюються кровоносні судини середостіння. За цих умов венозний приплив до легенів і передсердя зростає. Це приводить до рефлекторного почастішання серцебиття (дихальна аритмія) і зміни АТ (дихальні хвилі на кривій АТ).

3. Терморегуляторне поліпноє у собак виникає як компенсаторний механізм віддачі тепла через відсутність потових залоз. За цих умов у собаки основне навантаження для дихальних м'язів створюють переміщення грудної клітки під час дихання. Частота дихальних рухів за умов

поліпноє у собаки збігається з власною резонансною частотою грудної клітки — 350–400 за 1 хв, що приводить до найменших витрат енергії на подолання сил опору й ефективного фізіологічного механізму віддачі тепла.

4. 1) Перша тварина загинула від різкої гіпоксії.

2) У правій легені було порушення на першому етапі дихання: через перев'язаний правий бронх повітря не надходило в праву легеню. У лівій легені після перев'язування лівої легеневої артерії припинився кровотік, тому другий етап дихання — газообмін між альвеолярним повітрям і кров'ю — відсутній. Таким чином, ні крізь праву, ні крізь ліву легеню організм не отримував  $\text{O}_2$  і не видаляв  $\text{CO}_2$ .

3) У першому експерименті спостерігалось короткочасне судомне дихання, потім зупинка дихання. Це було викликано різкою зміною рН крові (нагромадження  $\text{CO}_2$ ) і зниженням рівня  $\text{O}_2$ , що призвело до гіпоксії мозку і швидкої загибелі тварини. У другому експерименті, для підтримки  $\text{O}_2/\text{CO}_2$  в крові на оптимальному для метаболізму рівні, за рахунок саморегуляції сталося компенсаторне збільшення глибини і частоти дихання, оскільки ліва легеня в диханні не брала участі, а весь газообмін організму забезпечувався лише правою легенею.

5. 1) Водолаз при зануренні під воду дихає повітрям, що подається з поверхні під великим тиском. За цих умов парціальний тиск кожного газу в цьому повітрі збільшений (занурення на кожних 10 м дає збільшення тиску приблизно на 1 атм). Що більший тиск газу, то більше він розчиняється в рідині. У даному випадку це відбувається в крові й інших рідких середовищах організму. У крові з'являється велика кількість розчинених газів: кисню, вуглекислого газу і азоту.

2) За умов підйому на поверхню тиск падає, і пропорційно швидкості підйому розчинені гази переходять у газоподібний стан, що супроводжується появою газових бульбашок у крові. Особливо небезпечні бульбашки азоту: інертний газ не вступає в хімічні сполучення, на відміну від  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$ , і його бульбашки можуть закупорити кровоносні судини, що спричинить порушення метаболізму у відповідних тканинах і органах, тобто кесонну хворобу. Під час повільного підйому на поверхню азот може поступово виводитися з організму без утворення великої кількості бульбашок, а  $\text{O}_2$  і  $\text{CO}_2$  вступатимуть у хімічні сполучення. Для профілактики кесонної хвороби під час підводних робіт у дихальній суміші азот заміщується на інший інертний газ, який має меншу розчинність, ніж азот.

3) Нирці знаходяться під водою протягом декількох хвилин, перед пірнанням вони вдихнули повітря за нормального атмосферного тиску, тому розчинність газів у крові збільшилася. Таким чином, передумов для розвитку кесонної хвороби немає.

4) Для збільшення терміну перебування під водою без дихальної апаратури необхідні три-

валі тренування, які розширюють функціональні можливості організму. Досягається це за рахунок механізмів саморегуляції, які дозволяють збільшити кисневу ємність крові: викид крові з депо, стимуляція еритропоезу, збільшення спорідненості Нb до O<sub>2</sub>; крім того, змінюється робота серця.

6. 1) Збільшення фізичного навантаження (біг) супроводжується стимуляцією інтенсивності метаболізму, це потребує підвищеного кисневого забезпечення і виведення з організму надлишку CO<sub>2</sub>. Ось чому в обох студентів спостерігається гіпервентиляція.

2) Коефіцієнт легеневої вентиляції (КЛВ) дорівнює відношенню різниці ДО й об'єму мертвого простору до суми залишкового об'єму і PO<sub>вид</sub>. Таким чином, у першого студента КЛВ =  $(500 - 150) : (1000 + 1500) = 0,14$ ; у другого студента КЛВ =  $(1200 - 150) : (1000 + 1500) = 0,42$ .

3) Ефективніше дихання у другого студента.

7. Черевний тип дихання може бути для жінок ускладнений під час вагітності.

8. За допомогою номограм, а точніше, використовуючи таблицю Клеменса, треба знайти належні величини ЖЄЛ та індексу Тіффно з урахуванням статі, віку і зросту випробовуваного та порівняти їх з отриманими результатами обстеження; об'єм анатомічного мертвого простору у дорослої людини в нормі приймається за 120–150 мл. Очевидним виявиться зменшення індексу Тіффно (норма 70–85 %). Ці результати говорять про деяке обструктивне звуження дихальних шляхів.

З проведеного обстеження ясно, що звуження дихальних шляхів не пов'язане з нагромадженням слизу (функція мукоцитів нормальна), чужорідні тіла і пухлини шляхів відсутні. Ймовірна причина — підвищений тонус гладких м'язів у стінці бронхів. Отже, має бути призначений препарат, який через β<sub>2</sub>-адренорецептори викличе розширення бронхів.

9. Можливо, причина в особливій структурі системи трахейного дихання. Повітря надходить у клітини крізь величезну кількість найдрібніших трубочок — трахей. Ця система недостатньо ефективна за умов великих розмірів організму, оскільки трахеями повітря не може проникати на великі відстані.

10. Загальна поверхня шкіри у людини дорівнює 1,5–2,0 м<sup>2</sup>, а якщо розвернути всі сотні мільйонів альвеол легенів, то сумарна їх поверхня, через яку відбувається газообмін, виявиться приблизно в 50 разів більшою — 90–100 м<sup>2</sup>. Саме у дуже великій дихальній поверхні і полягає перевага легеневого дихання.

11. У плоских черв'яків немає спеціалізованих органів, які забезпечують газообмін. Дихання відбувається всією поверхнею тіла. Тому лише за сплюснутої форми тіла дифузія може забезпечити доставку O<sub>2</sub> у тканини завдяки тому, що вони знаходяться не дуже далеко від поверхні. Проведіть аналогію з формою еритроцита.

12. 1) Тренування у гонок підвищують кисневу ємність крові за рахунок посилення еритро-

поезу, який стимулюється еритропоетином. Продукція еритропоетину посилюється за умов гіпоксії ниркової тканини. Гіпоксія всіх тканин, і ниркової в тому числі, розвивається в результаті зміни газообміну між альвеолярним повітрям і кров'ю (зниження pO<sub>2</sub> і pCO<sub>2</sub> в альвеолярному повітрі під час дихання за умов зниженого атмосферного тиску).

2) Тепло, продуковане при скороченні скелетних м'язів, посилює дисоціацію НbO<sub>2</sub> для кращого забезпечення м'язів киснем. Спортсмени намагаються довше зберегти тепло за допомогою теплового одягу, аби поліпшити оксигенацію м'язів.

3) Йдеться про еритропоетин, який підсилює еритропоез у червоному кістковому мозку для збільшення кисневої ємності легенів.

4) Збільшення кількості формених елементів у крові, у даному випадку збільшення вмісту Ер, підвищує в'язкість крові, що негативно позначається на гемодинаміці.

13. 1) Друге дослідження (б) тривало довше, оскільки випробовуваний вдихав із мішка повітря з нормальним вмістом CO<sub>2</sub>, тимчасом як у першому дослідженні (а) вміст CO<sub>2</sub> швидко збільшувався за рахунок повітря, що надходить.

2) У першого випробовуваного швидше збільшуються частота і глибина дихання, зростають вміст НbO<sub>2</sub> (на початку дослідження) і ЧСС. У другого випробовуваного ці зміни будуть виражені набагато слабкіше і розпочнуться пізніше. Для підтримки газового складу крові на оптимальному для метаболізму рівні включаються механізми саморегуляції, які працюють у кількох напрямках: зміна зовнішнього дихання (збільшення частоти і глибини) за рахунок збільшення вмісту CO<sub>2</sub> в організмі, який гуморально стимулює дихання. У першому дослідженні це відбувається набагато швидше, оскільки випробовуваний вдихає повітря зі все зростаючим вмістом CO<sub>2</sub>, а в другому цього не відбувається. На хеморецептори дихального центру діє не CO<sub>2</sub>, а іони H<sup>+</sup>, вміст яких у крові збільшується пропорційно концентрації CO<sub>2</sub>. Зовнішнє дихання залежить також від вмісту O<sub>2</sub> в організмі — збільшення кисневої ємності крові за рахунок викиду крові в депо, що призводить, зокрема, до підвищення вмісту НbO<sub>2</sub> — збільшення частоти і сили скорочення серця за умов підвищення швидкості кровотоку з метою швидшого газообміну.

3) До задишки призводить гіпоксія організму (тканин), спричинена збільшенням вмісту CO<sub>2</sub> (розвиток ацидозу) і зниженням рівня O<sub>2</sub>.

14. За умов фізичного навантаження утворюється надлишкова кількість CO<sub>2</sub>, який є специфічним подразником дихального центру.

15. Якщо CO<sub>2</sub> нагромаджується, а дихальний центр не збуджується, отже, його збудливість під час пірнання різко знижується.

16. У першу чергу відчуття духоти з'явиться у дорослих, оскільки у дітей знижена чутливість дихального центру до нестачі кисню і надлишку вуглекислоти.

## 9.8. КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ МОДУЛЯ 3 ФІЗІОЛОГІЇ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ: КРОВІ, КРОВООБІГУ, ДИХАННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Контроль знань і практичних навичок методів дослідження системи крові, серцево-судинної та системи дихання, використання яких є необхідною умовою для практичної роботи лікаря під час діагностики і лікування в клініці.

*Мета заняття.* Контроль знань:

1. Основних процесів, що лежать в основі функціональної активності органів системи крові, серцево-судинної системи та дихання, і механізмів їх регуляції.

2. Методик дослідження функціональних станів системи крові, серцево-судинної та системи дихання, їх клінічного застосування.

### Перелік питань до підготовки з модульного контролю № 2

*Фізіологія крові:*

1. Загальна характеристика системи крові, склад і функції крові.

2. Поняття про гемостаз, механізми гемостазу та його регуляції.

3. Електроліти плазми крові, їх кількість. Осмотичний тиск крові, його величина і механізми його регуляції.

4. Білки плазми крові, їх функції, значення для ШОЕ.

5. Онкотичний тиск плазми крові, його величина і значення.

6. Кислотно-основна рівновага крові, роль буферних систем крові у підтримці її постійності.

7. Ацидоз і алкалоз, їх види за природою і механізмами виникнення.

8. Еритроцити, їх будова, хімічний склад, властивості та функції. Регуляція еритропоезу.

9. Гемоглобін, його будова, різновиди, види сполук, їх фізіологічна роль.

10. Лейкоцити, їх будова, властивості, види і функції. Регуляція лейкопоезу. Фізіологічний лейкоцитоз.

11. Вікові зміни вмісту Ер, Нб і лейкоцитів у крові (у дітей різного віку, літніх і старих людей).

12. Тромбоцити, їх будова і властивості, фізіологічна роль, кількісний вміст у крові.

13. Судинно-тромбоцитарний гемостаз, його механізми і фізіологічне значення.

14. Коагуляційний гемостаз, його механізми і фізіологічне значення.

15. Коагулянти, антикоагулянти, фактори фібринолізу. Їх фізіологічне значення.

16. Фізіологічна характеристика системи АВ0 крові. Умови сумісності крові донора і реципієнта.

17. Проби перед переливанням крові.

18. Фізіологічна характеристика реус-системи крові. Значення реус-належності при переливанні крові та при вагітності.

*Фізіологія системи кровообігу:*

1. Загальна характеристика системи кровообігу.

2. Фактори, які забезпечують рух крові судинами, його спрямованість і безперервність.

3. Автоматія серця. Мембранна природа автоматії.

4. Градієнт автоматії.

5. Потенціал дії атипичних кардіоміоцитів синотріального вузла, графічне зображення, механізми виникнення, фізіологічна роль.

6. Провідна система серця. Послідовність і швидкість проведення збудження серцевими волокнами.

7. Потенціал дії типових кардіоміоцитів шлуночків, механізм його виникнення, графічне зображення, фізіологічна роль.

8. Співвідношення за часом МПД і одиночного скорочення міокарда.

9. Періоди рефрактерності під час розвитку МПД типових кардіоміоцитів, їх значення.

10. Сполучення збудження і скорочення в міокарді. Роль іонів  $Ca^{2+}$ .

11. Механізми скорочення і розслаблення міокарда.

12. Векторна теорія формування ЕКГ. Електрокардіографічні відведення.

13. Походження зубців, сегментів, інтервалів ЕКГ, їх параметри. Намалювати ЕКГ у II стандартному відведенні.

14. Серцевий цикл, його фази, їх фізіологічна роль.

15. Роль клапанів серця.

16. Тони серця, механізм їх походження. Відмінності I і II тонів.

17. ФКГ, її аналіз.

18. Артеріальний пульс. Його походження. СФГ, її графічне зображення і аналіз.

19. Міогенні механізми регуляції діяльності серця (закон Франка — Старлінга, ефект Анрепа).

20. Характер і механізми впливів симпатичних нервів на діяльність серця.

21. Роль симпатичних рефлексів у регуляції серцевої діяльності.

22. Характер і механізми впливів парасимпатичних нервів на діяльність серця.

23. Роль парасимпатичних рефлексів у регуляції серцевої діяльності.

24. Гуморальна регуляція діяльності серця. Залежність діяльності серця від іонного складу крові.

25. Особливості структури і функції судин різних відділів кровоносної системи.

26. Венозне повернення крові до серця, його механізми, фактори, що впливають на його величину.

27. Основний закон гемодинаміки.

28. Значення в'язкості крові для кровообігу. Фактори, що впливають на в'язкість крові.

29. Лінійна і об'ємна швидкість кровотоку в різних відділах судинного русла, її параметри. Фактори, що впливають на величину швидкості.

30. Кров'яний тиск і його величина у різних відділах судинного русла.

31. Артеріальний тиск. Фактори, що впливають на його величину.
  32. Методи дослідження артеріального тиску.
  33. Кровообіг у капілярах. Механізми обміну рідини і речовин між кров'ю і тканинами.
  34. Кровообіг у венах, вплив на нього гравітації. Фактори, що визначають величину венозного тиску.
  35. Тонус артеріол і венул, його значення.
  36. Вплив судинорухових нервів на тонус судин.
  37. Міогенна і гуморальна регуляція тонусу судин.
  38. Роль речовин, які виділяє ендотелій судин, у регуляції судинного тонусу.
  39. Гемодинамічний центр. Рефлекторна регуляція тонусу судин.
  40. Пресорні та депресорні рефлекси.
  41. Рефлекторна регуляція кровообігу за умов зміни положення тіла в просторі (ортостатична проба).
  42. Регуляція кровообігу під час м'язової роботи.
  43. Особливості кровообігу в судинах головного мозку і його регуляція.
  44. Особливості кровообігу в судинах серця і його регуляція.
  45. Особливості кровообігу в судинах печінки і його регуляція.
  46. Особливості кровообігу в судинах нирок і його регуляція.
  47. Особливості легеневого кровообігу і його регуляція.
  48. Механізм утворення лімфи. Рух лімфи по судинах.
- Фізіологія системи дихання:*
1. Загальна характеристика системи дихання. Основні етапи дихання.
  2. Біомеханіка вдиху і видиху.
  3. Еластична тяга легенів, негативний тиск у плеуральній порожнині.
  4. Сурфактанти, їх роль у диханні.
  5. Зовнішнє дихання. Показники зовнішнього дихання і їх оцінка.
  6. Анатомічний і фізіологічний мертвий простір, його фізіологічна роль.
  7. Дифузія газів у легенях. Дифузійна здатність легенів і фактори, від яких вона залежить.
  8. Транспорт кисню кров'ю. Киснева ємність крові.
  9. Крива дисоціації оксигемоглобіну, фактори, які впливають на її хід.
  10. Транспорт вуглекислого газу кров'ю. Роль еритроцитів у транспорті вуглекислого газу.
  11. Фізіологічна роль дихальних шляхів, регуляція їх просвіту.
  12. Дихальний центр, його будова, регуляція ритмічності дихання.
  13. Механізм першого вдиху у новонародженого.
  14. Роль рецепторів розтягування легенів і блукаючих нервів у регуляції дихання.
  15. Роль центральних і периферичних хеморецепторів у регуляції дихання. Компоненти крові, які стимулюють зовнішнє дихання.
  16. Регуляція зовнішнього дихання під час фізичного навантаження.

## **Перелік практичних навичок до підготовки з модульного контролю № 2**

1. Правила взяття крові у людини і приготування мазка крові.
2. Визначення об'ємного співвідношення плазми і формених елементів та його оцінка.
3. Визначення кількості еритроцитів у крові за допомогою лічильної камери Горяєва.
4. Визначення кількості гемоглобіну в крові за методом Салі.
5. Розрахунок кольорового показника крові та його оцінка.
6. Аналіз і оцінка гемограм людини.
7. Визначення кількості лейкоцитів у 1 л крові за допомогою лічильної камери Горяєва.
8. Визначення лейкоцитарної формули у мазку крові та її оцінка.
9. Аналіз і оцінка тромбоеластограми.
10. Аналіз і оцінка коагулограми.
11. Визначення часу згортання крові та його оцінка.
12. Визначення тривалості кровотечі за Дюком.
13. Визначення групи крові за системою АВ0 з допомогою стандартних сироваток.
14. Визначення групи крові за системою АВ0 з допомогою цоліклонів.
15. Визначення групи крові за системою Rh (D) з допомогою анти-D-моноклональних антитіл.
16. Експрес-методика визначення груп крові за системою АВ0+D з допомогою моноклональних антитіл.
17. Заходи, що проводяться перед переливанням крові.
18. Малювати схеми графіків МПД водія ритму серця SA-вузла і типових кардіоміоцитів робочого міокарда шлуночків серця.
19. Аналізувати:
  - електрокардіограму (ЕКГ);
  - фонокардіограму (ФКГ);
  - сфівмограму (СФГ);
  - ехокардіограму (ЕХоКГ);
  - структуру серцевого циклу;
  - серцевий викид (СВ);
  - реограму (РГ);
  - показники артеріального тиску;
  - показники венозного тиску.
20. Малювати схеми контурів регуляції системного кровообігу за різних фізіологічних станів організму.
21. Трактувати роль особливостей регіонального кровообігу і його регуляції (легеневого, коронарного, мозкового, черевного) для забезпечення пристосувальних реакцій.
22. Оцінювати стан кожного з етапів дихання і механізми регуляції на основі аналізу параметрів, які характеризують функції етапів дихання.
23. Оцінювати стан організму за показниками спірометрії.
24. Оцінювати стан організму за показниками спірографії.
25. Оцінювати стан організму за показниками пневмотахометрії.

## Розділ III

# ФІЗІОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ МЕТАБОЛІЗМУ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ, ТРАВЛЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ, АНАЛІЗАТОРІВ, ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

## Глава 10. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН

### Конкретні цілі:

1. Робити висновки про інтенсивність метаболізму на основі аналізу енергетичних витрат, що характеризують основний обмін.
2. Робити висновки про рівень окиснення білків, жирів, вуглеводів у процесі метаболізму на основі дихального коефіцієнта.
3. Робити висновки про механізми регуляції інтенсивності метаболізму на основі аналізу показників основного обміну людини.
4. Робити висновки про добові енергетичні витрати людей різних професій.
5. Пояснювати відповідність їх харчових раціонів потребам у білках, жирах, вуглеводах.
6. Аналізувати вікові зміни енергетичних витрат організму і їх регуляцію.
7. Пояснювати фізіологічні основи методів прямої та непрямой калориметрії.

### 10.1. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ І ОСНОВНИЙ ОБМІН. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання процесів метаболізму і методів його визначення необхідне для розуміння єдності та врівноваженості анаболічних і катаболічних процесів у організмі людини й оцінки функціонального стану організму.

#### Мета заняття. Знати:

1. Суть обміну речовин і енергії та їх зміни за умов різних функціональних станів.
2. Методи дослідження метаболічних процесів організму людини.

#### Питання до усного і тестового контролю:

1. Джерела і шляхи використання енергії в організмі людини.
2. Методи визначення енерговитрат людини. Дихальний коефіцієнт.
3. Основний обмін і умови його визначення. Фактори, що впливають на його величину.

4. Робочий обмін, його визначення і фізіологічне значення.

#### Питання до письмової відповіді:

1. Перелічіть види і методи визначення енерговитрат організму.
2. Поясніть, що таке білковий мінімум і оптимум.
3. Укажіть, у яких випадках і чому дихальний коефіцієнт буває більше 1 і менше 0,7.
4. Поясніть, що таке калориметричний еквівалент кисню і як він змінюється за умов окиснення білків, жирів і вуглеводів.
5. Перерахуйте добові норми енерговитрат за умов різних видів діяльності.
6. Перерахуйте процеси в організмі, на які витрачається енергія основного обміну, і фактори, що впливають на показники величин основного обміну.
7. Перерахуйте методи визначення фактичного і належного основного обміну.

#### Програма практичної роботи на занятті:

1. Дослідження стану обміну речовин людини за аналізом індексу маси тіла.
2. Визначення енерговитрат організму у стані спокою методом непрямой калориметрії.
3. Визначення енерговитрат людини за умов фізичного навантаження.
4. Визначення основного обміну за допомогою метатестів (метод неповного газового обміну).
5. Визначення відсотка відхилення основного обміну (за допомогою метатесту-1).
6. Визначення належної величини основного обміну за площею поверхні тіла.
7. Розрахунок відсоткового відхилення основного обміну за формулами та номограмами.

#### Методика дослідження стану обміну речовин людини за аналізом індексу маси тіла

Надлишкова маса тіла — один із факторів ризику для здоров'я. Інтенсивність цього фактора зростає від 4 % при задовільній адаптації до 52 % — при незадовільній. Надлишкова маса зазвичай є наслідком ожиріння. Найчастішим діагностичним критерієм ожиріння є надлишок загальної маси тіла по відношенню до норми, встановленої статистично. Середньостатистичний показник розраховується за формулою Кет-

ле (індекс Кетле), який визначається з урахуванням конституції людини (нормостенічна, астенична і гіперстенічна). Підрахунок індексу маси тіла — відношення маси тіла (кг) до зросту (м), зведеного в квадрат.

Для роботи необхідні: ваги, ростомір, калькулятор.

Об'єкт дослідження — людина.

Проведення роботи. В обстежуваного визначають масу тіла і його зріст. Розраховують індекс маси тіла (ІМТ) за формулою:

$$\text{ІМТ} = M/P^2 \text{ (кг/м}^2\text{)},$$

де  $M$  — маса тіла, кг;  $P^2$  — зріст (м), зведений у квадрат.

Результати роботи та їх оформлення. Занесіть отримані результати в табл. 10.1. Зробіть висновок про стан ІМТ обстежуваного. Дайте відповідь на питання: чому надлишкова маса організму є фактором ризику серцево-судинних та інших захворювань.

Таблиця 10.1

Індекс маси тіла (індекс Кетле)		Результати дослідження
Показник	Оцінка маси	
20–23	ідеальна	
24–29	надлишкова	
30 і більше	ожиріння	

#### Методика визначення енерговитрат організму у стані спокою методом непрямой калориметрії

У фізіологічних і клінічних дослідках для визначення витрати енергії використовують порівняно простий метод непрямой калориметрії, за допомогою якого витрату енергії визначають побічно за об'ємом виділеної за цей час вуглекислоти. Визначення витрати енергії за газообміном можливе через те, що основний процес вивільнення енергії — це процес окиснення поглиненого людиною  $O_2$ , який окиснює органічні речовини — білки, жири, вуглеводи, у результаті чого вивільняється певна кількість тепла, а самі речовини розпадаються до своїх кінцевих продуктів:  $CO_2$  і  $H_2O$ . Визначають енерговитрати методом непрямой калориметрії за допомогою мішка Дугласа для збирання видихуваного повітря за певний час, газоаналізатора Орса — Фішера для визначення газового складу видихуваного повітря та газового лічильника для визначення ХОД.

Для роботи потрібні: дані газового складу видихуваного повітря досліджуваного, таблиці для розрахунків калоричного коефіцієнта кисню.

Об'єкт дослідження — людина.

Проведення роботи:

1. Визначення ХОД за допомогою мішка Дугласа. Необхідно привести ХОД до нормальних умов ( $t = 0^\circ C$ , тиск 760 мм рт. ст.), щоб мати можливість порівняти дані, отримані у різний час у того ж самого досліджуваного, або у різних людей. Приведення до норми проводиться за спеціальни-

ми формулами або за допомогою таблиць. Для даного практичного заняття умовно приймають, що ХОД приведений до нормальних умов.

2. Визначення газового складу видихуваного повітря за допомогою газоаналізатора Орса — Фішера або Холдена. Відсоток вмісту  $CO_2$  визначають за допомогою 20–30%-го розчину КОН, а  $O_2$  — за допомогою мідно-аміачного розчину шляхом поглинання цих газів вищевказаними розчинами.

Прилад Орса — Фішера складається з вимірювальної бюретки (трубки) на 10 мл, яка через систему Т-подібних кранів може сполучатися з атмосферою та поглинальними ємностями. Досліджуваний газ за допомогою напірної посудини послідовно приводиться (15–20 качань на одне визначення) у сполучення з поглиначами  $CO_2$  та  $O_2$ , у результаті чого об'єм досліджуваного газу зменшується. Різниця об'ємів у першому випадку дає відсоток вмісту  $CO_2$ , а у другому — відсоток вмісту  $O_2$ .

3. Визначення дихального коефіцієнта (ДК) та розрахунок енерговитрат за даними ДК. Умови завдання: ХОД = 7 л/хв (приведено до нормальних умов). У газоаналізаторі Орса — Фішера знаходиться 100 мл видихуваного повітря, взятого з мішка Дугласа. Після поглинання  $CO_2$  у бюретці залишилося 96,5 мл газу, після поглинання  $O_2$  — 79,5 мл газу.

Розрахунки:

1. Визначення вмісту  $CO_2$  (мл) у видихуваному повітрі:  $100 - 96,5 = 3,5$  мл, тобто 3,5 %.

2. Визначення кількості  $CO_2$  (мл), виділеного організмом у кожних 100 мл видихуваного повітря:  $3,50 - 0,03$  (склад видихуваного повітря) = 3,47 мл  $CO_2$ .

3. Розрахунок об'єму  $CO_2$  (мл), який був видихнутий за 1 хв досліді, тобто ХОД:

$$3,47 \cdot 10 \cdot 7 = 242,9 \text{ мл } CO_2.$$

4. Визначення кількості поглиненого  $O_2$  у 100 мл видихуваного повітря:  $96,5 - 79,5 = 17$  мл, тобто 17 %.

5. Визначення кількості поглиненого  $O_2$  (мл) з кожних 100 мл повітря:  $21 - 17 = 4$  мл  $O_2$ .

6. Визначення об'єму  $O_2$  (мл), поглиненого за 1 хв досліді:  $4 \cdot 10 \cdot 7 = 280$  мл  $O_2$ .

7. Визначення ДК:  $242,9 : 280 \text{ мл} = 0,86$ .

8. Відповідному ДК знаходимо за таблицею калоричний коефіцієнт  $O_2$  (1 мл). Він дорівнює 4,9 ккал. У нас витрачений не 1 л  $O_2$ , а тільки 280 мл. Отже, 1000 мл — 4,9 ккал; 280 мл —  $x$  ккал, де  $x = 1,38$  ккал. Таким чином, енерговитрати за 1 год становлять:  $1,38 \cdot 60 = 82,8$  ккал. За добу:  $82,8 \cdot 24 = 1987,2$  ккал.

Оформлення результатів та їх оцінка. Отримані результати занотувати у протокол, порівняти з належними та зробити висновок.

#### Методика визначення енерговитрат людини за умов фізичного навантаження

Для роботи потрібні: дані газового складу видихуваного повітря досліджуваного, таблиці для розрахунків калоричного коефіцієнта кисню.

Об'єкт дослідження — людина.



*Проведення роботи.* Визначення енерговитрат за умов фізичного навантаження проводиться аналогічно тому, як у спокої. Винятком є те, що визначення проводиться після фізичного навантаження (підняття вантажу або присідання з вантажем). У випробуваного зареєстровано такі дані: у видихуваному повітрі вміст  $O_2$  дорівнює 16,5 %,  $CO_2$  — 4 %, ХОД = 12 л. За цих умов виконана робота з підняття вантажу вагою 6 кг, відстань — 1,5 м. Кількість рухів за 1 хв — 30. Під час виділення 1 ккал виконується робота у 427 кг/м.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Розраховані енерговитрати занотувати у протокол, порівняти з належними та зробити висновок.

**Методика визначення основного обміну за допомогою метатестів (метод неповного газового обміну)**

Метатест дозволяє визначити рівень основного обміну за показником поглиненого за одиницю часу кисню. Метатест становить замкнуту циркулярну систему, що складається зі спірометра, поглинача  $CO_2$  (посудина з натронним вапном) і клапанної коробки з краном підключення досліджуваного. Спірометр точно реагує на зміну об'єму у системі приладу під час переходу дихального повітря із системи у легені та навпаки. Переміщення дзвона спірометра, відповідно до об'єму дихання, фіксується покажчиком. Видихуване досліджуваним повітря через видихувальний клапан направляється у поглинач вуглецевої кислоти (натронне вапно), де звільнюється від  $CO_2$  та водяних парів і надходить під дзвін спірометра та змішується там з повітрям (або киснем), якщо система до того була заповнена  $O_2$ . Об'єм циркуляційної системи приладу у процесі дослідження зменшується на об'єм поглиненого досліджуваним  $O_2$ . Ця зміна об'єму фіксується покажчиком у вигляді спадної кривої дихальних рухів (спірограми). Слід пам'ятати, що досліджуваний повинен лежати на кушетці у зручній для нього позі з загубником у роті, який з'єднаний за допомогою двох гумових шлангів з апаратом. Ніс затиснутий спеціальним затискачем. У міру того, як поглинається  $O_2$ , об'єм мішка зменшується, що реєструється на стрічці у вигляді кривої дихальних рухів, яка сходить донизу. Запис ведеться зі швидкістю кімографа 25 мм/хв. Паралельно відбувається поглинання  $CO_2$ . Дослід триває 3–5 хв. Отримана спірограма служить для підрахування об'єму поглиненого  $O_2$  та визначення основного обміну. Після визначення кількості поглиненого за 1 хв  $O_2$ , підраховують його потребу за добу.

Розрахунок об'єму спожитого  $O_2$  здійснюється таким чином. Проводиться пряма, яка з'єднує більшість нижніх точок кривої спірограми. З вершини лінії ординат, де початок спірограми, спускається перпендикуляр на лінію абсцис. Утворився трикутник, де є два катети та гіпотенуза. Нас цікавить той катет, який утворився в результаті зменшення  $O_2$  у резервуарі за рахунок поглинання його організмом. Цей катет трикутника і відображатиме у лінійному вимірюванні величину поглинання  $O_2$  за потрібний відрізок часу.

Приблизний розрахунок: припустимо, що за допомогою трикутника ми визначили, що за 5 хв досліді людина поглинула 1 л  $O_2$ . Оскільки ціна поділки приладу дорівнює зміщенню кривої на 20 мл за лінією ординат, за цей час поглинено 1 л  $O_2$ . Отже, за 1 год — 1 л · 12 л/год  $O_2$ , за добу — 12 · 24 = 288 л/добу  $O_2$ . Для визначення величини основного обміну об'єм поглиненого за добу  $O_2$  помножують на калоричний коефіцієнт  $O_2$ , який за умов основного обміну дорівнює 4,8 ккал (за умов ДК змішаної їжі, який дорівнює 0,85). Отримана цифра вкаже величину фактичного основного обміну (ФОО) у кілокалоріях. У клініці ФОО визначається за спірограмою, розрахунок ведеться за формулою:

$$\text{ФОО} = K \cdot 40 \cdot 0,9 \cdot 7,$$

де  $K$  — катет трикутника, мм; 40 — кількість  $O_2$ , мл, за умов зміщення самозаписувача на 1 мл (якщо ціна поділки приладу 25 мм за умов поглинання 1 л  $O_2$ ) · 1000 / 25 = 40 мл; 0,9 — стандартний коефіцієнт (стандартні умови — сухий стан газу,  $t = 0^\circ C$ ,  $P = 760$  мм рт. ст.; 7 — постійна величина).

Наприклад, за 1 хв самозаписувач змістився на 6 мм, оскільки  $K$  трикутника = 6 мм, звідси  $6 \cdot 40 = 240$  мл/хв. Знайдений об'єм поглиненого  $O_2$  приводимо до нормальних умов, тобто даємо поправку на температуру в апараті та барометричний тиск, а саме:  $240 \cdot 0,9 = 216$  мл/хв поглиненого  $O_2$ . Отримавши приведенний  $O_2$ , помножимо його на 7:  $216 \cdot 7 = 1512$  ккал (тобто отримуємо ФОО). Беручи до уваги, що під час окиснення 1 л  $O_2$  виділяється 4,865 ккал за умов ДК = 0,85 (за Окуневим), то в нашому випадку за 1 хв поглинено не 1 л  $O_2$ , а 0,216 л  $O_2$ . Таким чином, 4,865 ккал — 1 л  $O_2$ ;  $x$  ккал — 0,216  $O_2$ , де  $x = 1,05 \cdot 1440$  (хвилин за добу) = 1512 ккал. Визначивши ФОО за допомогою приладу «Метатест-1» або «Метатест-2», тепер необхідно встановити, чи відповідає він нормі. Для цього слід визначити у цієї людини належний основний обмін (НОО) за таблицями Гарріса і Бенедикта. Дослідження основного обміну проводять за умов відносного спокою (лежачи, натщесерце — як правило, не менше ніж через 16 год після прийому їжі), після нічного сну, при температурі комфорту (18–20 °C). Такі умови важко створити в навчальній лабораторії, тому отримані в наших умовах цифри можуть трохи відрізнятись від величин, які відповідають дійсному рівню основного обміну.

**Методика визначення відсотка відхилення основного обміну (за допомогою метатесту-1)**

Дані попередньої роботи використовують для визначення відсотка відхилення обміну за допомогою розрахункової лінійки, що додається до метатесту-1. Розрахункова лінійка має три шкали. За допомогою верхньої приводять результати досліді до нормальних умов (ХВЛ, ЖЄЛ, маса тіла (кг)), те ж саме і на середній шкалі, тільки для жінок. На нижній враховують споживання  $O_2$  (хв), ХОД, основний обмін (ккал/добу). Також існують стандартні дані щодо статі, віку,

маси тіла та зросту. Таким чином, за допомогою лінійки можна визначити основний обмін, а на зворотному боці, за тими ж показниками, відсоток відхилення основного обміну від норми.

**Методика визначення належної величини основного обміну за допомогою таблиць Гарріса і Бенедикта**

За таблицею, яка враховує масу тіла людини, необхідно знайти свою масу (кг) та відповідний до неї нормальний показник основного обміну (ккал). До цього табличного показника додають відповідне число з другої таблиці, яка враховує зріст і масу тіла. Потрібний показник знаходять таким чином: відшукують свій зріст (см) та вік (роки). У місці перетинання ліній, які йдуть від цих показників, і знаходиться необхідне число, яке додають до числа, знайденого за першою таблицею. Сума цих чисел і буде шуканою величиною НОО за добу. Належний основний обмін береться за 100 %.  $\text{ФОО} = X$ , де  $X = \text{ФОО} \cdot 100 / \text{НОО}$ . Нормою вважається  $\text{ФОО}$ : середній вік  $\pm 10\%$  (для дітей і людей похилого віку  $\pm 15\%$ ).

**Методика визначення належної величини основного обміну за площею поверхні тіла**

За номограмою, відповідно до зросту (см) та маси тіла (кг), визначають поверхню тіла. Для визначення НОО поверхню тіла (см<sup>2</sup>) помножують, враховуючи вік і стать, на стандарт основного обміну — 1 см<sup>2</sup> за 1 год, котрий потім помножують на 24 год.

**Методика розрахунку відсоткового відхилення основного обміну за формулами та номограмами**

1. *Формула Ріда* дає можливість розрахувати відсоток відхилення основного обміну від норми. Ця формула базується на тому, що існує зв'язок між артеріальним тиском, частотою пульсу та продукцією тепла в організмі. Відомо, що розрахунок основного обміну за допомогою формул завжди дає тільки приблизні результати, але при деяких захворюваннях вони є повністю вірогідними і ці формули часто застосовують у клініці. Відхилення до 10 % вважається у межах норми. Тричі у проміжках часу 1–2 хв проводять підрахунок пульсу й АТ. Знаходять середні величини, а потім визначають відсоток відхилення за формулою:  $0,75 \cdot (\text{частота пульсу (ЧП)} + \text{пульсовий тиск (ПТ)} \cdot 0,74) - 72$ . Наприклад, пульс — 90 уд/хв, АТ — 130/70 мм рт. ст. Тоді відсоток відхилення основного обміну дорівнює:  $0,75 \times (90 + \text{ПТ} \cdot 0,74) - 72 = 0,75 \cdot (90 + 44,4) - 72 = 0,75 \cdot 134,4 - 72 = 100,8 - 72 = 28,8\%$ .

Для спрощення розрахунків за формулою Ріда існує спеціальна номограма, на якій, з'єднавши прямою лінією крапки, що відповідають частоті пульсу та пульсовому тиску, знаходимо у точці перетину цієї прямої з середньою шкалою величину відхилення основного обміну у процентах.

2. *Формула Брейтмана*:  $3/4 \text{ П} + 1/2 \text{ ПТ} - 74$ .

3. *Формула Джейля*:  $\text{П} + \text{ПТ} - 111$ ,

де П — частота пульсу; ПТ — пульсовий тиск.

*Примітка.* Формули придатні за умов порушення функції щитоподібної залози легкої та середньої тяжкості. При тяжких формах захворювання результати значно відстають від величин основного обміну, отриманих газоаналітичним способом. Розрахунок основного обміну за допомогою формул не проводиться у людей з тяжкими серцево-судинними розладами, миготливою аритмією, пароксизмальною тахікардією, недостатністю клапанів аорти та печінковими ускладненнями.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Дихальний коефіцієнт — це:

А. Відношення об'єму виділеного  $\text{CO}_2$  до об'єму поглиненого  $\text{O}_2$

В. Відношення кількості поглиненого  $\text{O}_2$  до кількості виділеного  $\text{CO}_2$

С. Відношення кількості виділеного  $\text{CO}_2$  до об'єму поглиненого  $\text{O}_2$

Д. Відношення об'єму поглиненого  $\text{O}_2$  до об'єму виділеного  $\text{CO}_2$

Е. Відношення кількості поглиненого  $\text{O}_2$  до кількості виділеного  $\text{O}_2$

2. Дихальний коефіцієнт може бути більше 1:

А. У перші 5 хв після закінчення фізичного навантаження

В. За 1 год після фізичного навантаження

С. За умов стресу

Д. За умов голодування

Е. При сахарному діабеті

3. Методом непрямой калориметрії встановлено, що основний обмін досліджуваного на 15 % нижчий за належний. Порушення діяльності якої ендокринної залози можна припустити?

А. Гіпоталамуса

В. Гіпофіза

С. Підшлункової залози

Д. Щитоподібної залози

Е. Статевих гормонів

4. Виділення організмом 1 г азоту відповідає розпаду в організмі такої кількості білка:

А. 5,25 г

В. 5,75 г

С. 6,00 г

Д. 6,25 г

Е. 6,50 г

5. Для дорослої людини масою 70 кг білковий мінімум становить:

А. 25 г білка на добу

В. 40 г білка на добу

С. 52 г білка на добу

Д. 75 г білка на добу

Е. 100 г білка на добу

6. Фактичний основний обмін визначають:

А. За кількістю поглиненого кисню

В. За площею поверхні тіла

- C. За таблицями Гарріса і Бенедикта
- D. За формулами Ріда, Джейля, Брейтмана
- E. За формулою Дрейера

7. Для дорослої людини у нормі середнє значення показника основного обміну становить:

- A. 0,5 ккал/(кг·год)
- B. 1 ккал/(кг·год)
- C. 2 ккал/(кг·год)
- D. 5 ккал/(кг·год)
- E. 10 ккал/(кг·год)

8. Методом непрямой калориметрії встановлено, що основний обмін досліджуваного на 25 % вищий за належний. Порушення діяльності якої ендокринної залози можна припустити?

- A. Гіпоталамуса
- B. Гіпофіза
- C. Підшлункової залози
- D. Щитоподібної залози
- E. Статевих гормонів

9. Виділення організмом 9,3 ккал енергії відповідає окисненню в організмі:

- A. 1 г жирів
- B. 1 г білків
- C. 1 г вуглеводів
- D. 1 г будь-якої речовини
- E. Немає вірної відповіді

10. Коефіцієнт зношування білка Рубнера дорівнює:

- A. 0,014–0,028 г азоту на 1 кг маси тіла
- B. 0,014–0,050 г азоту на 1 кг маси тіла
- C. 0,028–0,065 г азоту на 1 кг маси тіла
- D. 0,028–0,075 г азоту на 1 кг маси тіла
- E. 0,050–0,075 г азоту на 1 кг маси тіла

### Відповіді

1.C, 2.A, 3.D, 4.D, 5.C, 6.A, 7.A, 8.D, 9.A, 10.D.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Який гормон стимулює синтез білків у печінці?

- A. Альдостерон
- B. Кальцитонін
- C. Кортизол
- D. Соматотропний гормон
- E. Тестостерон

2. Який гормон стимулює синтез жирів?

- A. Адреналін
- B. Тироксин
- C. Глюкокортикоїди
- D. Глюкагон
- E. Інсулін

3. Соматотропний гормон аденогіпофіза здійснює:

- A. Анаболічну дію на обмін жирів і білків
- B. Катаболічну дію на обмін жирів і білків

C. Анаболічну дію на обмін жирів і катаболічну — на обмін вуглеводів

D. Катаболічну дію на обмін вуглеводів та анаболічну — на обмін білків

E. Анаболічну дію на обмін білків і катаболічну — на обмін жирів

4. Пацієнтка С. 36 років звернулася зі скаргами на ожиріння та підвищену набряклість на фоні суворої дієти. Об'єктивно виявлено: гіперглікемія, гіпернатріємія, гіперстенурія. Які ендокринні порушення можна припустити?

- A. Гіпофункція щитоподібної залози
- B. Гіперфункція кори надниркових залоз
- C. Гіперфункція яєчників
- D. Гіпофункція щитоподібної залози
- E. Гіпофункція паращитоподібних залоз

5. Похідне метаболізму вуглеводів, яке не синтезується в організмі:

- A. Фолієва кислота
- B. Аскорбінова кислота
- C. Ціанкобаламін
- D. Біотин
- E. Рибоксин

6. Центральні глюкорецептори розташовані в:

- A. Передньому гіпоталамусі
- B. Задньому гіпоталамусі
- C. Мості
- D. Мозочку
- E. Корі великих півкуль

7. Сприяє утилізації глюкози клітинами:

- A. Глюкагон
- B. Адреналін
- C. Інсулін
- D. Тироксин
- E. Соматотропний гормон

8. Зменшення концентрації глюкози в крові приводить до посилення секреції:

- A. Ацетилхоліну
- B. Гістаміну
- C. Адреналіну
- D. Серотоніну
- E. Дофаміну

9. До прийомного відділення надійшла людина зі скаргами на прискорене серцебиття, слабкість і тремор м'язів, запаморочення, посилене потовиділення. З анамнезу відомо, що протягом 10 років страждає на цукровий діабет, регулярно приймає гіпоглікемічні препарати. Людині була зроблена ін'єкція:

- A. Інсуліну
- B. Розчину глюкози
- C. Хлориду натрію
- D. Сульфату магнію
- E. Хлористого кальцію

10. Похідні метаболізму вуглеводів, які синтезуються в організмі, крім:

- A. Фолієвої кислоти
- B. Аскорбінової кислоти

- С. Ціанкобаламіну
- Д. Біотину
- Е. Рибоксину

### Відповіді

1. D, 2. E, 3. A, 4. B, 5. A, 6. A, 7. C, 8. C, 9. B, 10. A.

### Ситуаційні завдання

1. Людина за добу спожила з їжею таку кількість поживних речовин, у якій містилося 5000 ккал. Розрахуйте, скільки калорій отримав організм. Поясніть, чи зменшується калорійна цінність поживних речовин у процесі травлення.

2. Відомо, що інтенсивність метаболізму у тюленів і китів удвічі вища, ніж у наземних тварин з такими ж розмірами тіла. Поясніть, у чому фізіологічний сенс цього явища.

3. Поясніть, чи доцільно в спекотну погоду харчуватися м'ясом.

4. Поясніть, чому, незважаючи на однаковий вміст води у різних органах, відсоток води в усьому тілі у жінок і чоловіків різний.

5. Поясніть, як зміниться величина ДК після тривалої гіпервентиляції.

6. Двом випробовуваним пропонують фізіологічне змагання. Протягом певного часу вони обоє дихатимуть з однаковою частотою і глибиною. В одного визначають загальну кількість повітря, яку він вдихнув, у другого — кількість повітря, яку він видихнув. Переможе той, чий показник виявиться більшим. Який варіант Ви обрали б для себе, беручи участь у такому змаганні? Поясніть, чому. У якому випадку змагання завжди закінчувалося б внічию?

7. Розрахуйте кількість енергії, що виділилася, якщо за час дослідження окиснювалися лише вуглеводи, і при цьому виділилося 6 л  $\text{CO}_2$ .

8. У ранніх калориметричних дослідженнях використовувалися крижані калориметри. Такий пристрій був двостінною камерою, простір між стінками якої заповнювався льодом. У камеру поміщали експериментальну тварину. Залежно від кількості виділеного тепла танула певна частина льоду, що і враховувалося під час подальших розрахунків. Є такі матеріали: мідь, залізо, нікель, скло, тирса, граніт. Поясніть, який матеріал Ви запропонуєте для виготовлення зовнішньої та внутрішньої стінок калориметра.

9. Насичене вологою повітря за умов температури тіла містить рівно удвічі більше водяної пари, ніж насичене повітря при кімнатній температурі. Виходячи з цього, поясніть, що відбувається з повітрям, що видихається, у дихальних шляхах тварин, які мешкають у пустелі.

10. У тварини за допомогою відповідних таблиць визначили з достатньою точністю масу різних органів. Потім провели експеримент з повним голодуванням, після чого тварини загинули. Двом студентам доручили визначити міру виснаження голодуючої тварини за зміною маси її органів. Кожен студент узяв для дослідження по два органи. Потім один повідомив, що висна-

ження було дуже значним, а другий, навпаки, — дуже незначним. Поясніть, чи можливі такі розбіжності.

11. Поясніть, чому під час фізичного навантаження і відразу після нього ДК більше 1.

12. Поставлено два досліди за ідентичних умов з визначення витрати енергії методом непрямої калориметрії. У одному досліді враховували ДК, в іншому — ні. Поясніть, наскільки великими будуть відмінності даних, отриманих у кожному з дослідів.

13. Поясніть, як довести, що в процесі лікування захворювання щитоподібної залози сталося поліпшення її стану.

14. За способом Дугласа — Холдейна визначено, що випробовуваний за 5 хв видихнув 35 л повітря. Його газовий склад — 17,0 %  $\text{O}_2$  і 3,53 %  $\text{CO}_2$ . Розрахуйте добові витрати енергії.

15. Розрахуйте об'єм  $\text{O}_2$ , що був поглинений за 1 хв, якщо ХОД дорівнює 6 л. У поглиненому повітрі міститься 20,93 %  $\text{O}_2$ , у видихуваному — 16,93 %.

16. Розрахуйте ДК, якщо піддослідний поглинає за 1 хв 0,4 л  $\text{O}_2$  і виділяє 0,36 л  $\text{CO}_2$ .

17. Розрахуйте витрату енергії за годину, якщо випробовуваний поглинає за 1 хв 0,3 л  $\text{O}_2$ , а ДК дорівнює 1.

18. Розрахуйте енергетичні витрати у випробовуваного, якщо за даними непрямої калориметрії встановлено, що ХОД — 10 л, склад поглиненого повітря: 21 %  $\text{O}_2$  і 0,03 %  $\text{CO}_2$ , склад видихуваного повітря — 16 %  $\text{O}_2$  і 4,03 %  $\text{CO}_2$ .

19. У жінки зростом 150 см і масою 60 кг основний обмін дорівнює 1600 ккал. Визначте, чи відповідає це нормі.

20. У чоловіка зростом 180 см і масою 100 кг основний обмін дорівнює 1900 ккал. Чи відповідає нормі ця величина, якщо поверхня тіла дорівнює 2,18  $\text{m}^2$ ?

21. Чи може ДК бути менше 0,7? Якщо так, то в якому випадку?

22. У якому випадку у людини ДК може бути більше 1? Поясніть, чому.

23. Випробовуваний поглинає за 1 хв 300 мл  $\text{O}_2$ . Дихальний коефіцієнт дорівнює 1. Розрахуйте, скільки калорій за 1 хв витрачає організм.

24. З сечею виділилося за добу 12 г азоту. Розрахуйте, скільки білка розпалося в організмі.

25. Доросла людина спожила за добу 70 г білка, 300 г вуглеводів, 100 г жирів. Поясніть, чи відповідає це добовій потребі людини у поживних речовинах.

26. Які умови необхідно враховувати під час складання харчових раціонів, окрім відповідності калорійності їжі добовим витратам енергії?

27. Поясніть, чи відповідають указані показники основного обміну віку дитини. Якщо ні, то вкажіть відповідні: у віці 1 тиж. основний обмін становить 56–40 ккал/кг, у 1,5 роки — 38–42 ккал/кг, у віці 7 років — 32–35 ккал/кг, у 12 років — 40–45 ккал/кг.

28. В одного з обстежуваних після їди обмін енергії збільшився на 0,5 %, у другого — на 10 %. У якому випадку дослідження проведене у дорослого, у якому — у дитини?

29. Поясніть, у якому з вказаних варіантів загального обміну значення показників витрати енергії властиві дитині. Витрата енергії за добу в стані спокою прийнята за 100 %.

Варіант А: обмін речовин — 60 %, нагромадження і відкладення речовин — 15 %, специфічно динамічна дія їжі — 0,5 %, робота м'язів (тонус) — 15 %, втрати тепла з екскрементами — 9,5 %.

Варіант В: обмін речовин — 60 %, нагромадження і відкладення речовин — 1 %, специфічно динамічна дія їжі — 10 %, робота м'язів (тонус) — 25 %, втрати тепла з екскрементами — 5 %.

30. У новонародженої дитини добова потреба в білках становить 3–4 г на 1 кг маси. Поясніть, скільки білка повинен отримувати за добу здоровий новонароджений.

31. Діти віком від 1 до 3 років споживають за добу 10–15 г вуглеводів на 1 кг маси. Чи досить вуглеводів у раціоні дворічної дитини масою 9 кг, якщо за день вона спожила їх 60 г?

32. У харчовому раціоні дітей 75 % жирів повинні бути тваринного походження. Розрахуйте, скільки грамів рослинних жирів за добу повинна отримати 10-річна дитина масою 25 кг, якщо всіх жирів за добу вона споживає 2–3 г на 1 кг маси.

33. Однорічна дитина випиває за добу 800 мл води, п'ятирічна — на 50 % більше. Розрахуйте, яку кількість води за добу отримала п'ятирічна дитина з розрахунку на 1 кг, якщо вона важить 8 кг.

34. Обчисліть кількість енергії, що виділилася, якщо за час досліду окиснювалися лише білки, і при цьому виділилося 6 л  $\text{CO}_2$ .

35. Як зміниться величина ДК за умов швидкого ожиріння, наприклад, під час відгодовування тварин?

36. Молода людина, що має змішаний характер харчування, при співвідношенні за масою білків, жирів і вуглеводів у її харчовому раціоні 1 : 1,2 : 4,5, виконала інтенсивну фізичну роботу — протягом 2 год посадила в саду 10 яблуневих дерев. Поясніть:

1) Як зміняться енерговитрати даної людини за умов виконання фізичної роботи порівняно з її рівнем енерговитрат у стані спокою?

2) Чому дорівнює середній ДК даної людини у стані спокою?

3) Як ДК зміниться: під час фізичної роботи; відразу після фізичної роботи; протягом першої години після фізичної роботи?

37. У випробовуваного під час фізичного навантаження за методом непрямой калориметрії визначають рівень енерговитрат. Відомо, що ДК у нього становить 0,98. Поясніть:

1) Які поживні речовини окиснюються у випробовуваного в даний момент у організмі?

2) Чи можна розрахувати енерговитрати за об'ємом виділеного  $\text{CO}_2$ ? За яким показником розраховувати переважно: за об'ємом поглиненого  $\text{O}_2$  або за об'ємом виділеного  $\text{CO}_2$ ?

3) Перелічіть методи калориметрії.

38. Для нормальної життєдіяльності людини необхідний повноцінний харчовий раціон. Добові енерговитрати обстежуваного пацієнта ста-

новили 2700 ккал. До складу його харчового раціону входить 120 г білків, 120 г жирів і 360 г вуглеводів. Кількість азоту сечі за добу у пацієнта 19 г. Поясніть:

1) Чи компенсує даний харчовий раціон добові енерговитрати пацієнта?

2) Оцініть азотистий баланс пацієнта.

3) Якими є принципи складання харчового раціону?

4) Що відіграє важливу роль у збалансованому харчуванні?

39. Пацієнт, що прийшов на прийом до лікаря, скаржиться на серцебиття, пітливість, дратівливість, слабкість і зниження маси тіла. Під час обстеження пацієнта ЧСС — 95 уд/хв, АТ — 130/70 мм рт. ст. Відсоток відхилення рівня основного обміну цього пацієнта становив 33 %, що значно перевищує норму. Поясніть:

1) З чим може бути пов'язане відхилення рівня основного обміну від норми у даного пацієнта?

2) За яких умов має проходити дослідження рівня основного обміну людини?

3) Які фактори визначають рівень основного обміну?

40. Людина, що проживала в умовах помірного клімату, переїхала на постійне місце проживання на Північ. Поясніть:

1) Чи зміниться у даної людини рівень основного обміну?

2) Які фактори призводять до відхилення показника енерговитрат від величини основного обміну?

3) Чому дорівнює середня величина основного обміну за добу у чоловіка й у жінки однакового віку, зросту і маси тіла?

41. Поживні речовини можуть окиснюватися в організмі людини, а також у калориметричній бомбі Бертло. Під час спалювання в калориметрі 1 г білка виділяється 5,6 ккал тепла, а в організмі — 4,1 ккал. Поясніть:

1) Чому фізичні та фізіологічні калоричні коефіцієнти для білків відрізняються?

2) Охарактеризуйте фізичні та фізіологічні коефіцієнти для жирів і вуглеводів.

3) На окиснення 1 г якої поживної речовини витрачається найбільша кількість кисню?

42. Людина, що працює в канцелярії, має енерговитрати 3000 ккал на добу. Її харчовий раціон є змішаним. У відпускний період вона стала теслярувати, причому м'язова маса людини стала збільшуватися. Поясніть:

1) Якою має бути калорійність харчового раціону даного службовця у період роботи у канцелярії?

2) Чи необхідно йому змінити калорійність харчового раціону у відпускний період?

3) Охарактеризуйте азотистий баланс даної людини.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. За законом Гесса, енергетичний підсумок хімічної реакції не залежить від проміжних шляхів перетворення речовини, тому калорійна цінність

поживних речовин у процесі травлення не зменшується. Проте організм отримує калорій дещо менше, оскільки засвоюваність поживних речовин не дорівнює 100 %. За умов змішаної їжі засвоюється лише 85–90 % спожитих речовин — це означає, що організм отримує приблизно 2550 ккал.

2. Значення метаболізму, перш за все, у тому, що він доставляє енергію, необхідну для перебігу всіх життєвих процесів. Але у гомойотермних тварин метаболізм забезпечує і продукування тепла, що дозволяє підтримувати постійну температуру тіла. Кити і тюлені живуть у холодній воді. Аби компенсувати збільшені тепловтрати, їм доводиться виробляти додаткові кількості тепла, що і досягається посиленням метаболізму.

3. Білкова їжа через специфічно-динамічну дію на 30 % підвищує рівень обміну. Під час спеки це може призвести до додаткового перегрівання організму.

4. У жінок, зазвичай, є більше жирової тканини, а жир містить дуже мало води, тому що більше жиру входить до складу тіла, то менший процентний вміст води у цілому організмі.

5. При гіпервентиляції кількість вуглекислого газу в крові знижується. Це призводить до порушення рівноваги в бікарбонатній буферній системі та вивільнення з бікарбонатів деякої кількості вуглекислого газу, який виводиться з організму. Після припинення гіпервентиляції вуглекислота, що утворюється в організмі, зв'язується з бікарбонатами (займає місце, що «звільнилося»). Тому в повітря, що видихається, переходить менше  $\text{CO}_2$ , а величина ДК, яка розраховується за відношенням кількості виділеного вуглекислого газу до кількості поглиненого кисню, виявляється нижчою за нормальну (аж до 0,4).

6. За звичайних умов кількість виділеного  $\text{CO}_2$  завжди менша кількості поглиненого  $\text{O}_2$ , тобто показник ДК менше 1. Тому для перемоги потрібно обирати вдихуване повітря. А нічия вийшла б, якби вдалося створити таку штучну ситуацію, коли в організмі окиснювалися б лише вуглеводи і ДК дорівнював би одиниці.

7. Якщо окиснювалися вуглеводи, то ДК дорівнює 1. Отже, кількість поглиненого  $\text{O}_2$  теж 6 л. Калорійний еквівалент  $\text{O}_2$  за умов ДК, що дорівнює 1, становить 5,05 ккал. Помноживши цю величину на 6, дістанемо 30,3 ккал.

8. Внутрішні стінки повинні дуже добре проводити тепло, аби швидко передавати його льоду. Зовнішні ж стінки, навпаки, мають бути якомога менш теплопровідними, аби ізолювати лід від дії зовнішньої температури. Таким чином, для внутрішніх стінок — мідь, для зовнішніх — тирса між склом.

9. За звичайних умов повітря, що поглинається, у дихальних шляхах максимально насичується вологою, що небезпечно для життя організму за умов пустелі. Тому у тварин, які мешкають у пустелі, повітря значно охолоджується в дихальних шляхах і забирає з собою меншу кількість води.

10. За умов смертельного голодування маса найбільш життєво важливих органів — серця і

мозку — зменшується всього на 2–4 %. Водночас м'язи і печінка втрачають 55–30 % своєї маси.

11. За умов фізичного навантаження зростає утворення недоокиснених метаболітів за рахунок недостатності утвореного  $\text{O}_2$ . Дефіцит  $\text{O}_2$  залишається ще кілька хвилин після припинення навантаження і погашається поступово за рахунок посиленої доставки  $\text{O}_2$  за умов прискореної роботи серця і дихання, тому за цих умов показник ДК може бути більше 1.

12. Одна і та сама кількість  $\text{O}_2$  дає різну кількість енергії залежно від того, на окиснення яких речовин було витрачено дану кількість  $\text{O}_2$ . А саме про це і свідчить величина ДК. Проте відмінності калоричного еквівалента кисню, навіть для крайніх значень ДК, не дуже значні, відповідно 4,70–5,05. Тому якщо умовно прийняти величину ДК за 0,85, то відмінності отриманих у двох дослідах даних не перевищать 3–4 %.

13. Для цього потрібно простежити за показниками, які характеризують роботу залози, наприклад, величиною основного обміну, інтенсивністю поглинання міченого йоду, концентрацією в крові тиреотропного гормону, трийодтироніну і тироксину.

14. На кожних 100 мл повітря, що пройшло крізь легені, поглинено організмом 4 мл  $\text{O}_2$  і виділено 3,5 мл  $\text{CO}_2$ . Отже, ДК дорівнює 0,87. За такого ДК калоричний еквівалент кисню дорівнює 4,88 ккал. Якщо за 5 хв випробовуваний видихнув 35 л повітря, з якого спожив 4 % кисню, це означає, що за 5 хв спожито 1,4 л  $\text{O}_2$ , за добу  $1,4 \cdot 12 \cdot 24$ . На кожний літр припадає 4,88 ккал. Отже, енергетичні добові витрати дорівнюють  $1,4 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 4,88 = 1967$  ккал.

15. З кожних 100 мл повітря поглинено 4 мл  $\text{O}_2$ . Отже, за 1 хв із 6 л поглинено 240 мл  $\text{O}_2$ .

16. ДК дорівнює відношенню кількості виділеного  $\text{CO}_2$  до поглиненого  $\text{O}_2$  за одиницю часу. У даному випадку ДК = 0,9.

17. Для ДК, що дорівнює 1, калоричний еквівалент  $\text{O}_2$  становить 5,047 ккал. За годину кількість поглиненого  $\text{O}_2$  — 18 л. За цей час енерговитрати становитимуть 91 ккал.

18. Кількість поглиненого  $\text{O}_2$  за 1 хв дорівнює 5 % від 10 л, тобто 0,5 л. Виділено  $\text{CO}_2$  4 % від 10 л, тобто 0,4; ДК = 0,8. Калоричний еквівалент  $\text{O}_2$  для цього ДК = 4,8 ккал. Отже, добові енергетичні витрати:  $0,5 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 4,8 = 3456$  ккал.

19. Для жінок належний основний обмін за 1 год дорівнює площі тіла ( $\text{m}^2$ ) на 36 ккал. У даному випадку НОО дорівнює 1126 ккал. Основний обмін у випробовуваної підвищений на 42 %.

20. Для визначення НОО у чоловіків необхідно площу тіла помножити на 40 ккал і на 24 год. У нашому випадку це 2100 ккал. З урахуванням 15 % допустимих коливань, основний обмін відповідає належному.

21. ДК стає менше 0,7 у період відновлення після інтенсивної м'язової роботи, коли частина вуглекислоти тканин зв'язується бікарбонатами, які вивільнюються за умов окиснення молочної кислоти, у результаті до легенів доходить менше  $\text{CO}_2$ , ніж утворюється у тканинах.

22. ДК стає більше одиниці відразу після інтенсивної роботи, коли в легенях виділяється не лише вуглекислота, що утворюється в тканинах, але і  $\text{CO}_2$ , що витискається молочною кислотою з бікарбонатів крові.

23. За умов  $\text{DK} = 1$  калоричний еквівалент кисню дорівнює 5,047 ккал. Отже, організм витрачає 1,510 ккал/хв.

24. Один грам азоту входить до складу 6,25 г білка. У даному випадку в організмі розпалося 75 г білка.

25. Добова потреба у поживних речовинах залежить від рівня енергетичних витрат. У даному випадку харчовий раціон не відповідає навіть найнижчим енерговитратам дорослої людини (1-ша група: білка 100–120 г, жиру 90–100 г, вуглеводів 420–450 г).

26. Під час складання харчових раціонів, окрім відповідності калорійності їжі добовим витратам енергії, необхідно враховувати: добову потребу у поживних речовинах; оптимальне співвідношення продуктів рослинного і тваринного походження; ступінь засвоєння їжі; вміст вітамінів, мінеральних солей, мікроелементів; різноманітність страв і їх органолептичні властивості; стан організму людини; оптимальний добовий розподіл харчових продуктів.

27. Не відповідають. У віці 1 тиж. основний обмін становить 38–42 ккал/кг; у 1,5 роки — 36–40 ккал/кг; у 7 років — 40–45 ккал/кг, у 12 років — 32–35 ккал/кг.

28. Результати першого дослідження належать дитині, оскільки специфічно динамічна дія їди у дітей виявляється слабо.

29. Показники обміну варіанта А відповідають віку дитини.

30. Здоровий новонароджений повинен отримувати за добу 12–16 г білка.

31. Добова потреба у вуглеводах дворічної дитини масою 9 кг 90–135 г. У даному випадку дитина спожила мало вуглеводів.

32. Жирів рослинного походження за добу 10-річна дитина повинна отримати 25 % від загальної кількості спожитих жирів, що становить 12,5–18,8 г на її масу.

33. 150 мл.

34. Якщо окиснювалися білки, то  $\text{DK} = 0,8$ . Таким чином, кількість поглиненого  $\text{O}_2$  більше кількості виділеного  $\text{CO}_2$ . Калоричний еквівалент за  $\text{DK} = 0,8$  становить 4,8 ккал. Значить,  $4,8 \cdot 6 = 28,8$  ккал.

35. За умов ожиріння частина жиру утворюється з вуглеводів. Хоча у молекулах вуглеводів більше  $\text{O}_2$ , ніж у молекулах жиру, цей надлишковий  $\text{O}_2$  не вивільняється і не може брати участь в окиснювальних реакціях. Водночас у процесі перетворення вуглеводів на жири утворюється багато  $\text{CO}_2$ . У результаті величина ДК зростає до 1,5–1,7.

36. 1) Енерговитрати під час виконання фізичного навантаження підвищуються на величину робочої надбавки. Коефіцієнт корисної дії (ККД) — це співвідношення енерговитрат на здійснення зовнішньої роботи до енерговитрат усієї роботи, вираженої у відсотках; ККД організму

змінюється у межах від 16 до 25 %, у середньому — 20 %. Під час виконання фізичної роботи значні енерговитрати здійснюються через віддачу тепла у довкілля.

2) За умов змішаного харчування ДК у стані спокою в середньому дорівнює 0,85–0,90.

3) Під час фізичної роботи ДК підвищується до 1 (основним джерелом енергії є вуглеводи), відразу після фізичної роботи ДК різко підвищується і може перевищити 1, потім протягом першої години після фізичної роботи ДК знижується до величин, менших вихідного рівня, після чого відновлюється. Через кисневий борг, що формується під час фізичної роботи, недоокиснені продукти (молочна кислота) надходять у кров і витискають вуглекислоту з бікарбонатів, приєднуючи лужні іони, тому відразу після фізичної роботи  $\text{CO}_2$  виділяється більше, ніж утворюється. Надалі молочна кислота убуває з крові, вивільняючи місця, які зв'язують вуглекислоту, знов утворюючи бікарбонати. Ці механізми лежать у основі зниження величини ДК протягом першої години після роботи.

37. 1) Оскільки ДК практично дорівнює 1, то в організмі випробовуваного у даний момент переважно окиснюються вуглеводи.

2) За об'ємом виділеного  $\text{CO}_2$  енерговитрати розрахувати можна, проте його виділення не завжди точно відображає рівень метаболізму. Також унаслідок значної залежності цього газу від факторів зовнішнього середовища (температури, вологості, тиску) доцільно переважно розраховувати енерговитрати за об'ємом поглиненого  $\text{O}_2$ .

3) Калориметрія буває пряма і непряма. Непряма калориметрія може бути з повним і неповним газовим аналізом, методом відкритої або закритої систем.

38. 1) Даний харчовий раціон відшкодовує добові енерговитрати з урахуванням засвоюваності їжі за умов змішаного харчування: 991 ккал при енерговитратах 2700 ккал.

2) Засвоєння 120 г білка дає 19,2 г азоту, отже, є азотиста рівновага.

3) Основними принципами під час складання харчового раціону є такі: харчовий раціон повинен компенсувати енерговитрати людини з урахуванням засвоюваності їжі (для змішаного харчового раціону засвоюваність становить близько 90 %). Таким чином, калораж харчового раціону повинен перевищувати енерговитрати людини на 10 %; співвідношення за масою білків, жирів і вуглеводів повинно дорівнювати 1 : 1,2 : 4,5. За цих умов 30 % білків мають бути біологічно повноцінними, тобто тваринного походження; 30 % жирів мають бути рослинного походження. У складі вуглеводів, що надходять, обов'язкова наявність клітковини; об'єм спожитої рідини до 2–2,5 л. Розподіл калоражу харчового раціону протягом дня має бути таким: 60 % у першу половину дня, 40 % — у другу половину дня; перевага віддається чотириразовому харчуванню з розподілом калоражу харчового раціону таким чином: сніданок — 25 %, обід — 35 %, полуденок — 15 %, вечеря — 25 %.

Основними фізичними принципами під час складання збалансованого харчового раціону є: відповідність калорійності харчового раціону з урахуванням засвоєності їжі енергетичним витратам даної людини; вміст у раціоні білків, жирів і вуглеводів має відповідати потребам у них і дорівнювати 1 : 0,7 : 4. За цих умов 30 % білків мають бути тваринного походження, 30 % жирів — рослинного; вміст у раціоні вітамінів, солей і мікроелементів повинен відповідати потребам у них, а також бути нижчим за токсичний рівень. Рідини має бути 2–2,5 л. Їжа повинна відповідати національним традиціям.

4) Для збалансованого харчування велике значення має правильне приготування їжі — наприклад, при нагріванні деякі вітаміни руйнуються.

39. 1) Збільшення рівня основного обміну з урахуванням скарг пацієнта свідчить про підвищений рівень тиреоїдних гормонів.

2) Зміна рівня основного обміну у людини повинна здійснюватися за стандартних умов: стан фізичного (положення лежачи, з розслабленою мускулатурою) і психоемоційного спокою; натщесерце (через 12–16 год після їди, білки виключаються за 2–3 доби); при комфортній температурі довкілля (для легко одягненої людини комфортною температурою є 22 °С); стан неспанья.

3) Рівень основного обміну визначають стать, вік, зріст і маса тіла людини.

40. 1) За умов переїзду людини з умов середньої смуги на постійне місце проживання на Північ рівень основного обміну у неї підвищиться, оскільки зросте тепловіддача, що призведе до збільшення теплопродукції.

2) Під час виконання фізичної роботи енерговитрати підвищуються на величину робочої надбавки: що важча фізична робота, то більша величина робочої надбавки. Рівень енергетичного обміну підвищується за умов зміни температури довкілля, а також після їди, тобто у результаті специфічно-динамічної дії їжі. Білкова їжа підвищує рівень обміну до 30 %, а вуглеводи і жири — до 10 %. Під час сну енерговитрати знижуються порівняно з рівнем основного обміну на 10 %. Інтенсивність енерговитрат визначається функціональним станом ЦНС, а також активністю залоз внутрішньої секреції (щитоподібної залози, гіпофіза, статевих залоз).

3) Середня величина основного обміну у чоловіка 35 років, середнього зросту (165 см) і з середньою масою тіла (70 кг) становить 1700 ккал/добу, або 1 ккал на 1 кг маси тіла за 1 год, а у жінки того ж віку, зросту і маси тіла середня величина основного обміну на 10 % нижча.

41. 1) Калоричним (або тепловим) коефіцієнтом називається кількість тепла, що вивільнюється при згоранні 1 г поживної речовини.

Кількість тепла, виділеного під час окиснення, не залежить від шляху, яким іде реакція, і визначається лише вихідними речовинами та кінцевими продуктами. Фізичний калоричний коефіцієнт білків більший від фізіологічного, оскільки згорання в калориметрі іде до кінцевих продуктів:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{NH}_3$ , а під час їх окиснення в організмі

утворюються сечовина, сечова кислота, креатин, тобто речовини, які мають досить високу теплотворну здатність.

2) Фізичний і фізіологічний коефіцієнти жирів однакові і становлять 9,3 ккал тепла. Фізичний і фізіологічний коефіцієнти вуглеводів теж однакові і становлять 4,1 ккал. Окиснення жирів і вуглеводів у калориметрі та в організмі іде до кінця з утворенням кінцевих продуктів:  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ .

3) На окиснення 1 г жирів витрачається найбільша кількість  $\text{O}_2$ .

42. 1) У період роботи у канцелярії енергетична цінність харчового раціону з урахуванням засвоєності їжі за умов змішаного харчування (90 %) повинна дорівнювати 3300 ккал.

2) У відпускний період енергетичну цінність харчового раціону необхідно підвищити пропорційно рівню фізичного навантаження.

3) Спочатку — азотиста рівновага, а потім — позитивний азотистий баланс.

## Глава 11. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

### Конкретні цілі:

1. Аналізувати температуру тіла гомойотермних організмів і робити висновки про механізми регуляції балансу між теплоутворенням і тепловіддачею.

2. Аналізувати стан терморегуляції у людини за різних умов, залежно від фізіологічного стану організму, температури і вологості довкілля. Пояснювати механізми теплоутворення і тепловіддачі.

3. Робити висновки про стан терморегуляції людини під час загартовування.

4. Аналізувати вікові зміни терморегуляції у людини.

5. Пояснювати фізіологічні основи дослідження терморегуляції: термометрії, термографії, потовиділення, інфрачервоного випромінювання.

### 11.1. ТЕМПЕРАТУРА ТІЛА І РЕГУЛЯЦІЯ ЇЇ СТАЛОСТІ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів терморегуляції необхідне для розуміння процесів підтримки гомеостазу в організмі людини, що забезпечують нормальний рівень метаболізму у тканинах і органах.

#### Мета заняття. Знати:

1. Механізми теплоутворення і тепловіддачі.  
2. Фізіологічні основи методів дослідження терморегуляції.

#### Питання до усного і тестового контролю:

1. Температура тіла та її добові коливання.  
2. Фізіологічне значення гомойотермії. Центр терморегуляції, терморечептори.  
3. Теплоутворення в організмі, його регуляція.



4. Тепловіддача в організмі, її регуляція.
5. Регуляція постійності температури тіла за різних умов довкілля.
6. Фізіологічні основи загартовування.

*Питання до письмової відповіді*

1. Намалюйте температурну схему тіла і вкажіть її добові коливання.

2. Дайте характеристику периферійних терморепцепторів і перерахуйте методи їх вивчення.

3. Охарактеризуйте глибокі термочутливі структури — гіпоталамус, інші відділи ЦНС, рецептори внутрішніх органів і магістральних судин.

4. Опишіть функціональну систему, що забезпечує підтримку сталості температури внутрішнього середовища.

5. Перерахуйте механізми теплопродукції та тепловіддачі, роль окремих органів у їх регуляції.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження наявності холодкових і теплових рецепторів шкіри.

2. Дослідження впливу фізичного навантаження, кровопостачання, що змінюється, і температури довкілля на коливання температури різних ділянок шкіри.

**Методика дослідження наявності теплових і холодкових рецепторів шкіри**

Терморепцептори розташовані у шкірі глибше, ніж тактильні. Холодові подразнення сприймаються колбами Краузе, теплові — тільцями Руфіні. Щільність їх розташування — 10–13 холодкових і 1–2 теплових на 1 см<sup>2</sup> шкіри.

*Для роботи необхідні:* термод (мідна паличка із заточеним кінцем), дві посудини з водою різної температури: 5–10 °С і 40–45 °С, стіл, стілець.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить у зручному положенні, поклавши руки на стіл. Торкаючись охолодженим і нагрітим термодом до шкіри, переконуються у наявності «теплових» і «холодових» чутливих точок шкіри.

*Результати роботи та їх оформлення.* Проаналізуйте отримані результати. Поясніть їх і зробіть висновок.

**Методика дослідження впливу фізичного навантаження, кровопостачання, що змінюється, і температури довкілля на коливання температури різних ділянок шкіри**

Температура шкіри у різних ділянках неоднакова і коливається у значних межах. Її величина залежить від багатьох факторів, зокрема від балансу теплопродукції та тепловіддачі в організмі, на який впливають рівень фізичного навантаження, теплоізолювальні властивості одягу, активність кровообігу різних ділянок шкіри, температурні умови довкілля, що змінюються. Наприклад, при зміні температури довкілля від 25 до 37 °С температура шкіри грудей змінюється з 34,5 до 35 °С, тобто на 0,5 °С, а великого пальця ноги — з 25,8 до 35,5 °С, тобто на 8,20 °С.

*Для роботи необхідні:* ртутні або електротермометри, секундомір, дезінфікуючий розчин.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи:*

1. *Вимірювання вихідної температури:* оброблені дезінфікуючим розчином термометри помістити на різні ділянки шкіри легко одягненого випробовуваного: пахвову западину, під язик у ротову порожнину, лоб, передпліччя, кисть, пальці правої та лівої верхніх кінцівок на 30 с і виміряти вихідну температуру.

2. *Дослідження впливу охолодження навколишнього повітря на температуру ділянок шкіри:* направити на випробовуваного потік повітря від вентилятора протягом 10–15 хв і зареєструвати температуру, відзначаючи її зміни в різних точках шкіри.

3. *Дослідження впливу нагрівання навколишнього повітря на температуру ділянок шкіри:* надягнути на випробовуваного одяг із добрими теплоізолювальними властивостями і через 10–15 хв виміряти температуру в тих самих точках.

4. *Дослідження впливу фізичного навантаження:* запропонувати випробовуваному виконати фізичне навантаження (проба з 20 присіданнями або біг на місці протягом 5 хв) і виміряти показники температури у тих самих ділянках, відзначаючи їх зміни.

5. *Дослідження зміни температури шкіри за умов зменшення кровопостачання ділянок шкіри:* накласти манжету сфігмоманометра на плече та, підвищуючи тиск до 180–200 мм рт. ст., перетиснути судини плеча, після чого зареєструвати зміни температури на шкірі передпліччя, кисті і пальців на цій руці. Порівняти результати з показниками на другій, інтактній руці через 1, 2 і 3 хв після перетискування і через 1, 2 і 3 хв після відновлення кровотоку.

*Оформлення результатів та їх оцінка.* Отримані дані записати у протокол, порівняти з належними показниками. Намалювати температурну схему тіла досліджуваного і зробити висновок.

**Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Експериментальне оперативне втручання призвело до зниження здатності тварини підтримувати ізотермію за умов низької температури середовища, тому що:

- А. Пошкоджений гіпофіз
- В. Порушена діяльність ядер передньої групи гіпоталамуса
- С. Пошкоджений епіфіз
- Д. Пошкоджені ядра задньої групи гіпоталамуса
- Е. Пошкоджена кора великих півкуль

2. У якому діапазоні температур (за Цельсієм) мають максимальну активність теплові терморепцептори?

- А. 20–25
- В. 25–30
- С. 40–46
- Д. 30–35
- Е. 35–40

3. Чому за умов однакової температури повітря людина більше мерзне у вологу погоду, ніж у суху?

- A. Погіршується випаровування рідини
- B. Посилюється конвекція
- C. Підвищується радіація
- D. Посилюється випаровування рідини
- E. Підвищується теплопровідність повітря

4. За яких умов посилення потовиділення не приводить до збільшення тепловіддачі?

- A. За умов виділення великої кількості поту
- B. Під час утворення висококонцентровано-го поту
- C. За умов дуже низької вологості
- D. За умов дуже високої вологості
- E. Усі відповіді неправильні

5. Найвища температура тіла у здорової людини спостерігається о:

- A. 18-й годині
- B. 4-й годині
- C. 7-й годині
- D. 10-й годині
- E. 12-й годині

6. У нейлоновій сорочці спека переноситься значно важче, ніж у бавовняній, оскільки погіршуються умови для:

- A. Теплопродукції
- B. Випромінювання
- C. Конвекції та випаровування поту
- D. Активації м'язового тремтіння
- E. Усі відповіді правильні

7. Які рецептори мають велику щільність розташування у шкірі?

- A. Теплові
- B. Щільність їх розташування на шкірі однакова
- C. Рецептори спеки
- D. Холодові
- E. Нейтральні

8. Де знаходиться центр терморегуляції?

- A. У довгастому мозку
- B. У середньому мозку
- C. У гіпоталамусі
- D. У мозочку
- E. У варолієвому мосту

9. Яка максимальна кількість секрету може бути виділена потовими залозами людини протягом доби?

- A. До 10 л
- B. До 5 л
- C. До 20 л
- D. До 25 л
- E. До 2 л

10. У яких відділах гіпоталамуса розташований центр тепловіддачі?

- A. У ділянці задньої групи ядер
- B. У ділянці дорзальних ядер

C. У ділянці передньої групи ядер

D. Усі відповіді правильні

E. У ділянці ядер передньої та дорзальної групи

### **Відповіді**

1.D, 2.C, 3.E, 4.D, 5.D, 6.C, 7.D, 8.C, 9.A, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Яка кількість тепла виділяється з організму через шкіру?

- A. Близько 20 %
- B. Близько 40 %
- C. Близько 80 %
- D. Близько 60 %
- E. Близько 100 %

2. Яка кількість тепла виводиться з організму людини за умов температури комфорту і відносної вологості повітря 40 % шляхом теплопроведення і конвекції?

- A. 70 %
- B. 40 %
- C. 60 %
- D. 50 %
- E. 25 %

3. Який спосіб тепловіддачі переважно функціонує у людини за умов температури доквілля 40 °C і нормальної вологості?

- A. Теплопроведення
- B. Випромінювання
- C. Конвекція
- D. Випаровування
- E. Усі відповіді правильні

4. Тепловий баланс — це:

- A. Рівновага між теплопровідністю й утворенням тепла в організмі
- B. Усі відповіді правильні
- C. Взаємодія між теплопродукцією та теплообміном
- D. Рівновага між скоротливим і нескоротливим термогенезом
- E. Усі відповіді неправильні

5. Бурий жир забезпечує в організмі:

- A. Підвищення теплопродукції
- B. Синтез АТФ
- C. Утворення енергії
- D. Мобілізацію глікогену
- E. Усі відповіді правильні

6. Нескоротливий термогенез базується на:

- A. Збільшенні хімічної роботи клітини
- B. Активації м'язового тремтіння
- C. Зростанні зв'язаності окиснювального фосфорилування і тканинного дихання
- D. Відокремленні окиснювального фосфорилування і тканинного дихання
- E. Усі відповіді правильні

7. Який вид тепловіддачі функціонує в організмі за умов сауни?

- A. Конвекція
- B. Теплопроведення
- C. Випромінювання
- D. Випаровування
- E. Усі відповіді правильні

8. Холодове тремтіння — це окремий випадок:

- A. Фізичної терморегуляції
- B. Термопреферендуму
- C. Хімічної терморегуляції
- D. Усі відповіді правильні
- E. Усі відповіді неправильні

9. У якому діапазоні температур (°C) мають максимальну активність холододі терорецептори?

- A. 10–20
- B. 15–25
- C. 20–33
- D. 25–35
- E. 5–10

10. Підшкірна жирова клітковина у зв'язку з малою теплопровідністю жиру:

- A. Сприяє тепловіддачі
- B. Перешкоджає тепловіддачі
- C. Не має відношення до тепловіддачі
- D. Зменшує теплопродукцію
- E. Збільшує теплопродукцію

### **Відповіді**

1.C, 2.E, 3.D, 4.C, 5.A, 6.A, 7.D, 8.C, 9.C, 10.B.

### **Ситуаційні завдання**

1. Якщо людина змушена працювати за умов високої температури середовища і стовідсоткової вологості повітря, то в цих умовах усі механізми терморегуляції виявляються неефективними. Якщо робота досить тривала, може настати небезпечно для життя перегрівання. Поясніть, як допомогти системі терморегуляції штучним шляхом.

2. Поясніть, чому за умов однакової температури повітря чоловік відчуває мерзлякуватість у вологу погоду і не відчуває її в суху погоду.

3. У багатьох тварин, на відміну від людини, за умов дії високої температури середовища температура тіла підвищується до вельми значного рівня (у деяких антилоп до 46 °C) і потім стабілізується на цьому рівні. Поясніть фізіологічний сенс такої реакції.

4. Поясніть, чому за умов охолодження мозку можна продовжити тривалість періоду клінічної смерті.

5. У стані клінічної смерті через 5–6 хв відбувається загибель клітин кори мозку, тому реанімацію необхідно починати буквально у перші ж секунди після настання клінічної смерті. Поясніть, яким чином можна продовжити тривалість періоду оборотної клінічної смерті.

6. На березі річки сидять майже непорушно рибалки. Неподалік прогулюються дачники, які жваво розмовляють. Як можна пояснити явище, що комахи за даних умов інтенсивніше полюють на дачників, ніж на рибалок?

7. Під час підготовки собаки або кішки до участі у виставці деякі господарі тримають їх на холоді і за цих умов годують жирною їжею. Поясніть, навіщо це роблять.

8. Експериментальне оперативне втручання призвело до того, що істотно знизилася здатність тварини підтримувати ізотермію за умов низької температури. Поясніть, яка можлива локалізація оперативного втручання.

9. Температура повітря +38 °C. На пляжі люди борються з перегріванням різними способами: один лежить, згорнувшись калачиком, другий за цих умов знаходиться у воді, третій загорнувся в мокре простирadlo, четвертий стоїть. Поясніть, який спосіб найефективніший.

10. Поясніть, чи завжди збільшення кількості поту, що виділяється, приводить до збільшення тепловіддачі.

11. Під час експерименту одну тварину періодично поміщають у холодну воду, а другу — у кімнату з повітрям тієї ж температури. Поясніть, у кого значно зміниться обмін речовин.

12. Поясніть, чому людині, що знаходиться на морозі в стані алкогольного сп'яніння, особливо загрожує замерзання.

13. Мінімальні розміри тіла відомих гомойотермних тварин близько 2 см. Кілька років тому в Італії було знайдено вид мишей меншого розміру. Доставка цих мишей у лабораторію займала 2–3 год, і за цей час багато тварин загинули. Поясніть, у чому можлива причина.

14. Поясніть, чому в нейлоновій сорочці спеку переносити значно важче, ніж у бавовняній.

15. Результати термометрії у здорової людини такі: температура, виміряна у пахвовій западині, становить 36,6 °C, ректальна температура — 37,1 °C, під'язична температура — 36,8 °C. Поясніть:

1) Яку температуру (ядра або оболонки тіла людини) відображає температура, вимірювана в пахвовій западині?

2) Де може бути виміряна середня температура тіла людини?

3) Чи існують ритмічні коливання температури тіла людини?

16. Людині під наркозом здійснюють хірургічну операцію на серці. Для продовження часу оперативного втручання на серці використовували керовану гіпотермію. Поясніть:

1) Який тип терморегуляції у людини?

2) Обґрунтуйте використання керованої гіпотермії у медичній практиці.

3) Як з фізіологічної точки зору здійснити керовану гіпотермію у людини?

17. Людина знаходиться на санаторно-курортному лікуванні за умов степового клімату (сухий, з високою температурою докiлля). Поясніть:

1) Механізм тепловіддачі за умов степового клімату.

2) Що станеться з теплопродукцією за цих умов?

3) Охарактеризуйте роль поверхневих судин у терморегуляції.

18. Людина протягом 10 хв знаходиться у паровій лазні, і в неї реєструється різке потовиділення. Температура повітря становить 45 °С, вологість — 100 %. Поясніть:

1) Яка верхня межа внутрішньої температури тіла людини?

2) Чи здійснюється тепловіддача за даних умов?

3) Опишіть механізм потовиділення, склад поту, його роль у тепловіддачі, а також вплив атропину на роботу потових залоз.

19. Людина, занурюючись у теплу ванну, спочатку відчуває холод, а потім тепло. Поясніть:

1) Механізми цього явища.

2) Де знаходяться центри терморегуляції?

3) Які взаємовідношення між центрами тепловіддачі та теплопродукції?

20. Людина знаходиться у фінській сауні: температура довколишнього повітря становить 90 °С, а вологість — 5 %. Поясніть:

1) Як за цих умов працює функціональна система, що підтримує оптимальний рівень температури тіла?

2) Які ефektorні процеси за цих умов переважають?

3) Чи зміниться рівень основного обміну у даної людини за регулярних відвідувань фінської сауни?

21. Людина потрапила в умови охолодження: при температурі довкілля 0 °С на зупинці тривалий час чекає на автобус. Поясніть:

1) Як за цих умов працює функціональна система, що підтримує оптимальний рівень температури тіла?

2) Які ефektorні процеси за цих умов переважають?

3) Яка людина швидше замерзне — худа або огрядна?

4) У яку погоду людина замерзне швидше — у дощову або суху, якщо решта показників погодних умов однакові?

22. На морозі відкриті ділянки шкіри людини бліднуть. Поясніть:

1) Чому відкриті ділянки шкірних покривів стають блідими на морозі?

2) Який механізм терморегуляції та причина його запуску?

3) Які периферичні рецептори за цих умов переважно працюють?

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Найпростіше забезпечити штучне випаровування рідини. Для цього потрібно весь час змочувати одяг робітника водою й обдувати його струменем сухого повітря.

2. Вологе повітря містить пари води і тому більш теплопровідне порівняно з сухим, отже, у вологому середовищі віддача тепла відбувається швидше, ніж у сухому.

3. Якщо температура тіла вища за температуру середовища, то стає можливою тепловідда-

ча, радіація і конвекція, і тоді економиться вода, яку організм втрачає з потом або слиною. В умовах пустелі це важливо. Слід зазначити, що у таких тварин є спеціальні механізми, які сприяють охолодженню крові, що надходить у мозок.

4. Тривалість періоду клінічної смерті визначається часом, протягом якого клітини кори мозку можуть витримувати відсутність O<sub>2</sub>. Охолодження уповільнює інтенсивність метаболізму, тому відсутність O<sub>2</sub> позначається меншою мірою, і клінічна смерть триває довше.

5. Головна причина — аноксія, відсутність O<sub>2</sub>, який інтенсивно споживається мозком. Отже, аби продовжити стан клінічної смерті, необхідно зменшити інтенсивність метаболізму, що знизить потребу в O<sub>2</sub>. Для цього можна охолодити організм до 28–30 °С. Це дозволить виграти час для проведення реанімаційних заходів.

6. Рибалки сидять непорушно, а дачники ходять і жваво розмовляють. У результаті в організмі дачників утворюється підвищена кількість тепла. З кров'ю воно переноситься у шкіру і нагріває її. А тепло — один із головних факторів, який допомагає комахам знаходити їжу. Другий фактор — надлишок CO<sub>2</sub>, що супроводжує живих істот. Його більше довкола дачників.

7. На холоді збільшуються тепловтрати, а жир має найбільшу тепловою здатність, отже, жирова дієта збільшує теплопродукцію. Водночас при дії холоду відбувається посилене відростання шерсті.

8. Якщо побудувати схему функціональної системи терморегуляції, то очевидно, що оперативним шляхом можна вплинути лише на дві ланки в ній — на щитоподібну залозу або задній гіпоталамус.

9. Шляхи віддачі тепла організмом — конвекція, радіація, випаровування, кондуктивність. За умов температури 38 °С основну роль відіграє випаровування. Отже, найефективніше охолоджуватиметься третій.

10. Охолоджувальний ефект дає не виділення поту, а його випаровування. Якщо піт виділяється дуже сильно, він стікає шкірою, не встигаючи випаровуватися.

11. Теплопровідність води вища, ніж повітря, тому охолоджувальна здатність води більша. За умов дії холоду теплопродукція компенсаторно збільшується. Це збільшення буде значнішим під час дії холодної води.

12. Алкоголь спричинює розширення судин шкіри, що створює суб'єктивне відчуття тепла, незважаючи на дію холоду, тому п'яна людина розхристується, її тепловіддача різко посилюється, але відчуття тепла зберігається. Таким чином, алкоголь перекидає зворотний зв'язок у системі терморегуляції.

13. Розміри тіла пов'язані з тепловіддачею, оскільки вона відбувається з поверхні тіла. Що менші розміри тіла, то більша поверхня припадає на одиницю маси, тому, за інших однакових умов, швидше остигає тіло малого розміру. Маленькі тварини споживають багато їжі на одини-

цю своєї маси, що необхідно для компенсації великих тепловтрат. Миші, про яких йде мова, не отримуючи їжі протягом навіть короткого часу, гинули від переохолодження.

14. Нейлонова тканина дуже погано пропускає повітря і водяну пару, тому шар повітря під одягом швидко нагрівається до температури тіла. Піт, що виділяється, випаровується у той самий простір, який швидко насичується водяними парами, що перешкоджає подальшому його випаровуванню. Все це порушує тепловіддачу шляхом конвекції та випаровування.

15. 1) Температура, вимірювана у пахвовій западині, відображає температуру ядра тіла, оскільки за умов вимірювання температура рука щільно притискається до тулуба, а внутрішня межа оболонки тіла зміщується назовні, доходючи до пахвової западини.

2) Температура крові у правому передсерді відображає середню температуру тіла, оскільки сюди припливає кров з різних ділянок тіла.

3) Існують добові коливання температури тіла, амплітуда яких становить близько 1 °С: температура мінімальна у 3–4 год ранку, максимальна — у 18–20 год, інколи в денний час спостерігаються два піки. Тривалішим є температурний ритм, синхронізований з менструальним циклом: у лютеїнову фазу відбувається вироблення прогестерону, який, діючи на гіпоталамічні центри терморегуляції, викликає підвищення базальної температури приблизно на 0,5 °С. За умов циклу 28 днів період існування жовтого тіла становить 14 днів, фаза закінчується лізисом жовтого тіла, секреція прогестерону знижується, базальна температура також знижується.

16. 1) Людина є гомойотермним організмом: виділяють гомойотермне ядро і пойкилотермну оболонку тіла.

2) Згідно з правилом Вант-Гофа, інтенсивність обміну речовин і енергії збільшується пропорційно зростанню зовнішньої температури. У людини, що є гомойотермною, ця залежність прихована терморегуляцією. За умов керованої гіпотермії процеси терморегуляції блокуються з одночасним примусовим зниженням температури тіла, що приводить до зменшення споживання  $O_2$  і запобігає настанню функціональних структурних порушень. Керовану гіпотермію використовують під час хірургічних втручань, що потребують тимчасової зупинки кровообігу, за умов пересадження органів і тканин, а також під час зберігання трансплантатів.

3) Керована гіпотермія у людини досягається вживанням наркозу з використанням нейролептиків (аміназин), гангліоблокаторів, адренолітиків і міорелаксантів, чим блокуються процеси терморегуляції, з одночасним примусовим зниженням температури тіла охолодженням.

17. 1) За умов високої температури довкілля і низької вологості, тобто степового клімату, коли температура довкілля вища за температуру тіла, тепловіддача здійснюється випаровуванням з поверхні тіла і легенів.

2) Механізми, що посилюють теплопродукцію, за даних умов пригнічуються, проте внаслідок

док високої температури довкілля інтенсивність метаболізму порівняно з рівнем основного обміну трохи збільшується, енерговитрати на дихання та кровообіг також збільшуються, отже, теплопродукція дещо підвищується.

3) За умов підвищення температури довкілля поверхневі судини розширюються і кровотік цими судинами може збільшуватися, досягаючи 30 % серцевого викиду. Такий перерозподіл кровотоку збільшує проведення тепла від внутрішніх органів до поверхні тіла у 8 разів.

18. 1) Верхня межа температури ядра тіла людини становить 40 °С. Тепловий удар у людини виникає, коли температура ядра досягає 41,1–43,3 °С.

2) За умов, коли температура довкілля перевищує температуру тіла, тепловіддача може здійснюватися лише за допомогою випаровування. Проте з огляду на високу вологість у паровій лазні випаровування поту не відбувається, тобто тепловіддача не здійснюється. Відомо, якщо вологість повітря дорівнює 100 %, температура ядра тіла починає підвищуватися вже при температурі довкілля 34,4 °С.

3) Стимуляція передньої, преоптичної ділянки гіпоталамуса приводить до збільшення потовиділення. Потові залози іннервуються симпатичними холінергічними нервами. У людини може виділятися до 1–3 л поту за годину. Склад поту схожий на безбілкову плазму крові. У стані спокою швидкість потовиділення низька, значна частина натрію, хлоридів і води реабсорбується, а концентрація у вмісті молочної та сечової кислот  $K^+$  стає високою. За умов високої швидкості потовиділення реабсорбція знижується, а вміст  $Na^+$  і хлоридів досягає значних величин. Люди, адаптовані до дії високої температури, втрачають з потом менше солей, і підтримка показників осмотичного тиску і температури тіла є ефективнішою. Атропін є М-холіноблокатором, а робота потових залоз контролюється симпатичними холінергічними волокнами. Тому атропін блокує потовиділення і знижує інтенсивність тепловіддачі парою.

19. 1) Холодові рецептори знаходяться ближче до поверхні, ніж теплові, тому збуджуються раніше.

2) Центри терморегуляції знаходяться у корі великих півкуль, лімбічній системі (мигдалеподібне тіло, гіпокамп), таламусі, середньому, довгастому і спинному мозку. Основну роль у терморегуляції відіграє гіпоталамус. У ньому розрізняють скупчення нейронів, що регулюють тепловіддачу і теплопродукцію. Тварини зі зруйнованими ядрами преоптичної ділянки гіпоталамуса погано переносять високу температуру довкілля. Таким чином, передні відділи гіпоталамуса є центрами тепловіддачі. Подразнення цієї ділянки призводить до розширення судин шкіри, потовиділення, появи теплової задишки. За умов руйнування задніх відділів гіпоталамуса тварини погано переносять холод. Електростимуляція цієї ділянки призводить до збільшення температури тіла, появи м'язового тремтіння, збільшення ліполізу, глікогенолізу. Таким чином, задні відділи

гіпоталамуса є центрами теплопродукції. Руйнування центрів терморегуляції перетворює гомойотермний організм на пойкилотермний.

3) Центри тепловіддачі та теплопродукції мають складні взаємовідношення і взаємно пригнічують один одного. Вважають, що у центрах теплопродукції та тепловіддачі є сенсорні, інтегруючі й еферентні нейрони. Сенсорні нейрони сприймають інформацію від периферичних терорецепторів, а також контролюють температуру крові. Від цих нейронів збудження передається на інтегруючі нейрони, де відбувається сумація всієї інформації про стан температури ядра й оболонки тіла, ці нейрони «обчислюють» середню температуру тіла. Потім збудження надходить на командні нейрони, де відбувається порівняння поточного значення середньої температури із заданим рівнем. Вважають, що нейрони, які задають рівень температури, можуть знаходитися у гіпоталамусі, а також у корі великих півкуль і лімбічній системі. Якщо виявляється відхилення, то збуджуються еферентні нейрони центрів тепловіддачі та теплопродукції.

20. 1) У фінській сауні механізми терморегуляції направлені на посилення тепловіддачі без збільшення теплопродукції для підтримки на оптимальному рівні температури ядра тіла. Шкірні судини у даної людини розширюються. За умов, коли температура довкілля перевищує температуру тіла, тепловіддача може здійснюватися лише випаровуванням. Розрізняють перспірацію, що не відчувається, тобто випаровування зі слизових дихальних шляхів під час дихання, і проходження з подальшим випаровуванням інтерстиціальної рідини через епідерміс і шкіру, а також перспірацію, що відчувається, тобто випаровування поту з поверхні шкіри. Інтенсивність потовиділення контролюється симпатичними холінергічними волокнами. Механізми, що підсилюють теплопродукцію, за даних умов пригнічуються, проте внаслідок високої температури довкілля інтенсивність метаболізму, енерговитрати на дихання, кровообіг дещо збільшуються, таким чином, теплопродукція дещо підвищується.

2) Під час перебування людини у фінській сауні робота функціональної системи забезпечує підтримку оптимальної температури ядра тіла. За цих умов переважають ефекторні механізми, що підсилюють тепловіддачу.

3) Оскільки людина регулярно піддається дії тепла, то інтенсивність теплопродукції в її організмі знижується, що є адаптаційним механізмом. Таким чином, рівень основного обміну знижується.

21. 1) За умов охолодження у людини механізми терморегуляції направлені на зменшення тепловіддачі та посилення теплопродукції для підтримки на оптимальному рівні температури ядра тіла. Зменшення тепловіддачі досягається звуженням шкірних судин, а також поведінкою людини: прийняття пози, що зменшує площу відкритої поверхні тіла, використання зимового одягу. Найявіліше вираженого підшкірно-жирового шару збільшує термоопір і сприяє збереженню

оптимальної температури ядра тіла. Рудиментарною пристосовною реакцією у людини є формування «густячої шкіри».

Посилення теплопродукції за умов охолодження досягається скоротливим і нескоротливим термогенезом. Скоротливий термогенез забезпечується довільною активністю скелетних м'язів, їх тонусом терморегуляції, а також холодним м'язовим тремтінням. Нескоротливий термогенез забезпечується гліколізом, глікогенолізом, ліполізом у скелетних м'язах (за рахунок відокремлення окиснювального фосфорилювання), у печінці, бурому жирі, а також за рахунок специфічно-динамічної дії їжі. Еферентні нейрони центру теплопродукції активують симпатичний відділ АНС, що збільшує інтенсивність процесів, які вивільняють енергію: глікогеноліз і гліколіз у печінці, ліполіз — у бурому жирі. Водночас збільшується секреція гормонів мозкової речовини надниркових залоз, адреналіну і норадреналіну, які також підвищують продукцію тепла у печінці, скелетних м'язах, бурому жирі. У гіпоталамусі знаходяться еферентні нейрони, які впливають на гіпофіз, а через нього на щитоподібну залозу — процес вивільнення тиреоїдних гормонів, які роз'єднують процеси окиснювального фосфорилювання, що приводить до вивільнення теплоти. Соматична нервова система регулює тонічне напруження, довільну і мимовільну фазну активність скелетних м'язів, тобто процеси скоротливого термогенезу. Еферентні шляхи, що йдуть від гіпоталамуса до мотонейронів (текто-спінальний та руброспінальний тракти), приводять до появи тонусу терморегуляції у скелетних м'язах, а також до формування тремтіння. Перед виходом на вулицю взимку у людини посилення теплопродукції може здійснюватися завчасно — умовно-рефлекторно.

2) Під час охолодження переважають ефекторні механізми, які посилюють теплопродукцію. Проте тривале перебування людини за умов низької температури або дуже різке зниження температури довкілля призводить до гіпотермії. За цих умов переважають ефекторні механізми тепловіддачі.

3) Худа людина замерзне швидше, ніж огрядна, оскільки жир має низьку теплопровідність і забезпечує теплоізоляцію, а у худой людини шар підшкірно-жирової клітковини тонший, ніж в огрядній.

4) Людина замерзне швидше в дощову погоду, ніж у суху, за умов однаковості інших показників погодних умов, оскільки збільшення вологості повітря збільшує теплоємність і теплопровідність повітря, що підсилює тепловіддачу.

22. 1) Відкриті ділянки шкіри у людини на морозі бліднуть внаслідок звуження шкірних судин.

2) Звуження шкірних судин на морозі у людини здійснюється активацією норадренергічних симпатичних нервів, які збуджують  $\alpha$ -рецептори судин, що забезпечує їх звуження. Кров має високу теплопровідність, а звуження шкірних судин перерозподіляє вміст крові між ядром і оболонкою тіла за рахунок зменшення об'єму крові,

що знаходиться в поверхневих судинах. Тепло-віддача знижується. Звуження шкірних судин підтримується гормонами мозкової речовини надниркових залоз (адреналіном, норадреналіном), що виділяються за цих умов.

3) За умов холоду у людини переважно працюють холодні рецептори шкіри, розташовані по всій поверхні тіла. Вони збільшують частоту пульсу під час підвищення температури. Якщо температура довкілля змінюється швидко, то реакція рецепторів буде значно вищою, ніж у тому випадку, якщо така ж зміна температури відбуватиметься повільно. Холодові рецептори розташовуються у шкірі поверхнево, на глибині 0,17 мм. Вони підрозділяються на власне холодні (або специфічні), які реагують лише на зміну температури, і тактильно-холодові (або неспецифічні) — механорецептори.

## Глава 12. СИСТЕМА ТРАВЛЕННЯ

### Конкретні цілі:

1. Тракувати поняття системи травлення і механізми регуляції її фізіологічних функцій — секреторної, моторної, екскреторної.

2. Робити висновки про роль смакової сенсорної системи у визначенні їстівності їжі та регуляції рухової і секреторної функцій системи травлення.

3. Оцінювати стан системи травлення на основі аналізу параметрів гідролізу харчових речовин, швидкості їх переміщення у харчовому каналі, параметрів гомеостазу, що відображають процеси всмоктування.

4. Робити висновки про перебіг процесів травлення у кожному відділі травного каналу на основі аналізу стану секреторної, рухової, екскреторної функцій та їх регуляції.

5. Аналізувати регульовані параметри гомеостазу і робити висновки про перебіг процесів всмоктування речовин у травному каналі та механізми їх регуляції. Аналізувати вікові особливості функцій системи травлення.

6. Пояснити фізіологічні основи сучасних методів дослідження системи травлення.

7. Розкрити механізми формування мотивацій голоду і насичення на основі аналізу гомеостатичних показників поживних речовин у крові та стану травного каналу.

### 12.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ ТРАВЛЕННЯ. ТРАВЛЕННЯ У РОТОВІЙ ПОРОЖНИНІ. РОЛЬ СМАКОВОЇ І НЮХОВОЇ СИСТЕМ У ПРОЦЕСАХ ТРАВЛЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання ролі системи травлення необхідне для розуміння процесів підтримки гомеостазу в організмі люди-

ни, що забезпечують нормальний рівень метаболізму в тканинах і органах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Функції та механізми травлення у ротовій порожнині.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження складу і властивостей слини, смакової та нюхової чутливості.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Охарактеризуйте структуру і функції системи травлення.

2. Опишіть механізми травлення у ротовій порожнині.

3. Охарактеризуйте акт жування, його центр регуляції.

4. Охарактеризуйте акт ковтання, його центр регуляції.

5. Перерахуйте основні компоненти складу слини, її роль у травленні.

6. Опишіть механізм утворення первинної та вторинної слини.

7. Перерахуйте механізми регуляції слиновиділення. Вплив властивостей подразника на кількість і якість слини.

8. Структурно-функціональна організація смакової сенсорної системи.

9. Види смакової чутливості, механізми її сприйняття, їх фізіологічна роль і методи дослідження.

10. Рецепторний, провідниковий і кірковий відділи нюхового аналізатора.

11. Класифікація запахів, теорії їх сприйняття.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Дайте визначення і опишіть структуру системи травлення.

2. Перерахуйте основні функції травлення.

3. Перерахуйте етапи обробки їжі у ротовій порожнині.

4. Намалюйте рефлекторні дуги жування, ковтання, слиновиділення.

5. Опишіть склад слини і механізм її утворення.

6. Перерахуйте фактори, що впливають на слиноутворення.

7. Опишіть структуру смакової сенсорної системи та її функції.

8. Перерахуйте методи дослідження смакової чутливості.

9. Поясніть структуру нюхової сенсорної системи й її функції.

10. Замалюйте схему смакових полів язика.

11. Опишіть теорії сприйняття запахів та їх класифікацію.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження порогів смакової чутливості.

2. Дослідження смакових полів язика.

3. Склад і властивості слини:

— травна дія слини на крохмаль;

— якісна проба на вміст муцину.

*Методика дослідження порогів смакової чутливості*

Розрізняють чотири «первинні» смакові відчуття: солодке, кисле, солоне, гірке. Поріг смакової чутливості — це мінімальна концентрація до-

сліджуваної речовини, яка викликає відчуття смаку. Найнижчі пороги смакової чутливості — для гіркого смаку. Пороги смакової чутливості залежать від стану організму (голодування, вагітність); алкоголь і нікотин збільшують пороги смакової чутливості. У любителів солодощів поріг на солодке збільшується.

*Для роботи необхідні:* розчини цукру, солі, лимонної кислоти, хініну (кожен у концентрації 1; 0,1; 0,01 і 0,001 %), очна піпетка, стакан з водою.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваному на кінчик язика (не торкаючись до нього) наносять з піпетки краплю якої-небудь із перерахованих речовин і пропонують зробити ковток. Дослідження починають з найнижчої концентрації речовини (0,001 %) і збільшують її до тих пір, поки випробовуваний точно не визначить смак речовини, що наноситься на язик. Знайдену концентрацію приймають за поріг смакової чутливості для даної речовини. Після випробування кожного розчину рот прополіскують водою, після чого розпочинають дослідження нової концентрації речовини. Дослід бажано проводити на кількох випробовуваних.

*Результати роботи та їх оформлення.* Внесіть отримані дані до табл. 12.1.

Таблиця 12.1

Смак	Концентрація речовини, %			
	0,001	0,01	0,1	1
Солодкий				
Кислий				
Гіркий				
Солоний				

#### **Методика дослідження смакових полів язика**

*Для роботи необхідні:* 10%-й розчин цукру, 10%-й розчин NaCl, 1%-й розчин лимонної кислоти, 0,5%-й розчин гідрохлориду хініну, очна піпетка, стакан з водою.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваному послідовно на різні ділянки язика (кінчик, корінь, бічні відділи, спинку), не торкаючись до слизової оболонки, наносять з піпетки краплю якої-небудь з перерахованих речовин. Переконаються, що хімічні подразники викликають основні смакові відчуття гіркого, солоного, кислого або солодко-го. Після кожного нанесення ополіскують роту порожнину водою. Дослід бажано проводити на кількох випробовуваних.

*Результати роботи та їх оформлення.* Внесіть отримані дані до табл. 12.2.

Відчуття смаку позначають як «+», відсутність смакового відчуття — як «-». Порівняйте чутливість різних відділів слизової оболонки язика до різних подразників. Якщо є відмінності, то поясніть, з чим вони пов'язані.

#### **Методика дослідження травної дії слини на крохмаль**

*Для роботи необхідні:* 6 мл слини людини, 1%-й розчин крохмалю сирого і вареного, реактиви Фелінга II, водяна баня, 6 пробірок, спиртівка, стакан з водою.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний прополіскуює рот. У нього збирають 6 мл слини. Розливають її в 3 пробірки і нумерують. Слину в пробірці № 2 кип'ятять на спиртівці. Потім у пробірці № 1 і № 2 додають по 2 мл вареного крохмалю. У пробірку № 3 додають сирого крохмалю. Усі пробірки ставлять на водяну баню при температурі 38 °C на 1 год, після чого вміст пробірок ділять на дві частини. До першої частини вмісту кожної з пробірок додають розчин Люголя (реакція на крохмаль). Другу частину вмісту кожної з пробірок доводять до кипіння з реактивами Фелінга (реакція на мальтозу). У разі наявності у розчині простих цукрів утворюється буро-червоний оксид міді. Дослід бажано проводити на кількох випробовуваних.

*Результати роботи та їх оформлення.* Внесіть отримані дані до табл. 12.3.

Таблиця 12.2

Смак	Ділянка слизової оболонки язика			
	Кінчик	Корінь	Спинка	Латеральні відділи
Солодкий				
Кислий				
Гіркий				
Солоний				

Таблиця 12.3

Пробірка	Речовина	Через 1 год	
		Реакція Люголя	Реакція Фелінга
№ 1	2 мл слини + 2 мл вареного крохмалю		
№ 2	2 мл слини + 2 мл вареного крохмалю		
№ 3	2 мл слини + 2 мл сирого крохмалю		



Нааявність у розчині простих цукрів позначають як «+», відсутність — як «-».

#### **Методика проведення якісної проби слини на вміст муцину**

Для роботи необхідні: 2 мл слини людини, 10%-й розчин оцтової кислоти, пробірка, стакан з водою.

Об'єкт дослідження — людина.

Проведення роботи. Випробовуваний прополіскує рот. У нього збирають 2 мл слини і поміщають у пробірку, потім туди додають кілька крапель 10%-го розчину оцтової кислоти і спостерігають за реакцією. Якщо у слині є муцин, він випадає в осад.

Результати роботи та їх оформлення. Отриманий результат записують у протокол і роблять висновок.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У якому відділі ЦНС знаходиться центр слиновиділення?

- A. У проміжному мозку
- B. У корі великих півкуль
- C. У середньому мозку
- D. У спинному мозку
- E. У довгастому мозку

2. Рецептори, подразнення яких спричинює рефлекс ковтання, розташовані на:

- A. Бічній поверхні язика
- B. Передній третині язика
- C. Поверхні кореня язика
- D. Середній третині язика
- E. Гортані

3. Чи може здійснюватися всмоктування в ротовій порожнині?

- A. Лише деяких речовин
- B. Всмоктування починається лише у шлунку
- C. Всмоктування починається лише у тонкому кишечнику
- D. Всмоктування починається лише у товстому кишечнику
- E. Жодні речовини не всмоктуються

4. У якому діапазоні знаходиться рН слини в нормі?

- A. 3,7–5,7
- B. 5,8–7,8
- C. 7,9–9,0
- D. 1,8–3,3
- E. 9,2–11,4

5. Ферменти слини здебільшого гідролізують:

- A. Білки
- B. Жири
- C. Вітаміни
- D. Вуглеводи
- E. Усі відповіді правильні

6. Виділення великого об'єму малоконцентрованої слини спричинює подразнення:

- A. Додаткового нерва

- B. Симпатичного нерва
- C. Парасимпатичного нерва
- D. Лицьового нерва
- E. Слухового нерва

7. Виділення більш концентрованої, але меншого об'єму слини спричинює подразнення:

- A. Додаткового нерва
- B. Симпатичного нерва
- C. Парасимпатичного нерва
- D. Трійчастого нерва
- E. Усі відповіді неправильні

8. Які регуляторні механізми відіграють провідну роль у виділенні слини?

- A. Місцеві
- B. Гуморальні
- C. Нервові, місцеві, гуморальні
- D. Нервові
- E. Місцеві та гуморальні

9. Швидкість утворення слини у спокої та при її максимальному стимулюванні дорівнює:

- A. 2,0–2,5 і 8–10 мл/хв
- B. 8–10 і 15–20 мл/хв
- C. 0,2–0,3 і 6–7 мл/хв
- D. 4–5 і 7–10 мл/хв
- E. Швидкість слиноутворення однакова

10. Найбільш важливою стимул-реакцією для перистальтики у стравоході є:

- A. Їжа, що потрапила у стравохід
- B. Ковтання
- C. Регургітація їжі з шлунка
- D. Закриття верхнього стравохідного сфінктера
- E. Відкриття нижнього стравохідного сфінктера

#### **Відповіді**

1.E, 2.C, 3.A, 4.B, 5.D, 6.C, 7.B, 8.D, 9.C, 10.B.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Кінцева слина порівняно з первинною є гіпотонічною, оскільки в епітелії проток слинних залоз зменшується:

- A. Реабсорбція натрію
- B. Секреція калію
- C. Реабсорбція води
- D. Секреція хлору
- E. Секреція бікарбонатів

2. У собаки з фістулою слинної залози отримали слину, яка мала більшу концентрацію іонів  $K^+$ , ніж плазма. Яка причина цього збільшення?

- A. Секреція калію в ацинусах
- B. Секреція калію в протоках
- C. Проникність клітин ацинусів
- D. Проникність клітинних проток
- E. Реабсорбція води у протоках

3. У собаки з фістулою привушної слинної залози за умов подразнення еферентних волокон IX пари черепних нервів виявили, що слина

була майже ізотонічна по відношенню до плазми крові. Це сталося внаслідок збільшення:

- A. Кількості слини в ацинусах
- B. Секреції білків
- C. Секреції солей
- D. Швидкості руху слини у протоках
- E. Секреції калікреїну

4. У собаки з фістулою слинної залози після введення альдостерону в слині збільшилася концентрація:

- A.  $\text{Na}^+$
- B.  $\text{Cl}^-$
- C.  $\text{K}^+$
- D. Бікарбонатів
- E.  $\text{H}^+$

5. У лектора під час лекції «пересохло у горлі», оскільки зменшилося виділення слини внаслідок впливу на слинні залози:

- A. Дегідратації
- B. Гіперосмії
- C. Кортизолу
- D. Парасимпатичних нервів
- E. Симпатичних нервів

6. У дитини виявили виразку на слизовій оболонці ротової порожнини. Під час аналізу плазми крові та слини виявили зменшення концентрації речовин. Це, швидше за все, дефіцит:

- A.  $\text{Ca}^{++}$
- B.  $\alpha$ -амілази
- C. Лізоциму
- D. Бікарбонатів
- E. Фосфатів

7. Збільшення секреції слини у собаки з фістули слинної залози виявлене за умов подразнення еферентних парасимпатичних волокон після того, як був уведений атропін. Збільшення слиновиділення стало наслідком формування і впливу:

- A. Брадикініну
- B. Вазоінтестинального пептиду
- C. Кортизолу
- D. Серотоніну
- E. Простагландинів

8. Після зрошування ротової порожнини анестетиком (лідокаїном) людині важко ковтати. Причина — відсутність інформації від рецепторів, внаслідок чого пригнічена, в першу чергу:

- A. Глоткова фаза ковтання
- B. Ротова фаза ковтання
- C. Стравохідна фаза ковтання
- D. Координація ковтання
- E. Усі відповіді неправильні

9. Після зрошування ротової порожнини анестетиком (лідокаїном) і живання їжі зменшується:

- A. Секреція кишкового соку
- B. Моторика тонкої кишки
- C. Моторика шлунка
- D. Секреція підшлункового соку
- E. Всмоктування в кишках

10. Центр жування знаходиться:

- A. У вентромедіальних ядрах гіпоталамуса
- B. На дні ромбоподібної ямки довгастого мозку
- C. У нижніх горбах чотиригорбкового тіла
- D. У латеральних ядрах гіпоталамуса
- E. У передніх рогах спинного мозку крові

### **Відповіді**

1.C, 2.B, 3.D, 4.C, 5.E, 6.C, 7.A, 8.B, 9.D, 10.B.

### **Ситуаційні завдання**

1. Тварині у роту порожнину потрапив пісок. Поясніть, чи виділятиметься за цих умов слина.

2. Одного собаку годують м'ясом, другого — хлібом. Поясніть, чи будуть склад і кількість слини у них однаковими, якщо маса продуктів однакова.

3. Двом собакам у годівниці поклали м'ясо, але одному у вигляді шматка, другому — м'ясний порошок. Поясніть, чи спостерігатиметься відмінність у складі та кількості слини, якщо маса продуктів однакова.

4. Аби перевірити, чи заряджена батарея, електроди її полюсів інколи прикладають до язика. Поясніть, на чому ґрунтується цей спосіб.

5. Поясніть, чи можна у собаки з неущкодженим стравоходом спостерігати в чистому вигляді першу фазу шлункової секреції.

6. Поясніть, що відбувається з ферментами слини, шлункового та підшлункового соку в кишечнику.

7. Травна сила ферментів слини, шлункового і підшлункового соків у дитини наближається до такої у дорослої людини. Поясніть, який приблизно вік цієї дитини.

8. Цуценяті 3–4-тижневого віку вперше показали м'ясо. Поясніть, як це позначиться на секреції слини, шлункового та підшлункового соків.

9. Батьки стурбовані наявністю постійної слинотечі у дитини віком 5 міс. Як Ви можете пояснити дане явище батькам?

10. У давнину підозрюваному у злочині пропонували проковтнути жменю сухого рису. Якщо це не вдавалося, винуватість вважалася доведеною. Дайте фізіологічне пояснення даному явищу.

11. Собаки і кішки — хижаки. У природних умовах вони добувають їжу полюванням. Поясніть, у кого з них найбільше виражений натуральний умовний рефлекс слиновиділення.

12. Студент знаходиться на іспиті. Він сильно хвилюється. В роті у нього пересохло. Поясніть, чому це сталося і як за цих умов відбувається регуляція виділення слини.

13. Поясніть, чому у вищих тварин і людини при відчутті голоду слиновиділення виникає ще до потрапляння їжі в організм (за умов її запаху, обговорення тощо).

14. Фермент слини амілаза діє в слаболужній реакції рН. Проте у ротовій порожнині їжа знаходиться короткий час, а в шлунку — вже кисле середовище. Поясніть, де і коли діє амілаза слини.

15. Якщо у новонароджених щурят або інших дитинчат ссавців денервувати слинні залози, то виділення слини припиниться, а дитинчата загинуть. Поясніть, чому.

16. Під час формування умовного слиновидільного рефлексу у собаки як підкріплення рефлексу використовують м'ясний порошок. Поясніть, чому обрали саме м'ясний, а не цукровий порошок.

17. Поясніть, який тип травлення відіграє провідну роль у плазунів, що поглинають велику здобич. Наприклад, як удав перетравлює цілого кролика, якого проковтнув?

18. На голодному езофаготомованому собаці проводять дослід уявного годування. Поясніть, чим визначатиметься тривалість їди за цих умов.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Виділятиметься рідка, бідна на ферменти слина. Будь-які подразники, харчові або інші, якщо вони збуджують термо-, хемо-, механорецептори порожнини рота, викликають виділення слини, склад і кількість якої залежать від якості подразника.

2. Ні, склад і кількість слини будуть різними. На хліб, як сухіший і грубіший продукт, виділяється більше слини, ніж на м'ясо.

3. На м'ясний порошок, як сухіший продукт, слини виділяється більше.

4. Електричний струм викликає деполяризацію мембран рецепторних клітин. Крім того, він може спричинити електрофоретичний рух іонів. У результаті виникає збудження у смакових сопочках язика і відчуття кислого смаку.

5. У такого собаки можна спостерігати лише умовно-рефлекторний компонент I фази слиновиділення (при вигляді та запаху їжі). Після того як їжа потрапила в порожнину рота і собака її проковтнув, починається II фаза.

6. Вони піддаються розщеплюванню протеолітичними ферментами кишкового соку.

7. Дитині близько року.

8. Ніяк, оскільки умовний рефлекс на вигляд і запах м'яса у цуценяти ще не з'явився.

9. Рясна слинотеча у 4–6-місячної дитини не пов'язана із захворюванням. Вона спричинена подразненням слизової оболонки рота зубами, що прорізуються, і вживанням твердішої, ніж раніше, їжі.

10. Ковтання неможливе за умов абсолютно сухої їжі. Під час сильного хвилювання різко гальмується слиновиділення, ковтальний рефлекс не виникає. Спокійна безневинна людина рис проковтне. Проте тут є небезпека того, що хвилювання пов'язане не з тим, що людина винна, а з тим, що вона боїться невдалого результату проби, тому це аж ніяк не є доказом скоєння людиною злочину.

11. Собака (без господаря) добуває їжу переслідуванням або пошуком їстівного шматочка. Кішка ж — хижак, який полює із засідки. Між сигналами від жертви (шерех, писк, запах

миші) та її ловінням і поїданням минає, на відміну від ситуацій у собак, значний час, тому у кішок натуральний слиновидільний умовний рефлекс виражений слабо, інакше кішка стікала б слиною, сидячи в засідці біля мишачої нірки.

12. У результаті сильного емоційного переживання активуються симпатична нервова система і симптоадrenalова гормональна регуляція, гальмується формування та виділення рідкої слини.

13. Утворення та виділення слини відбуваються на основі складного рефлекторного механізму, що включає умовний і безумовний компоненти. Такі характеристики їжі, як вигляд, запах, смак, є натуральними її компонентами. А обговорення їжі є умовно-рефлекторною стимул-реакцією слиноутворення. Завдяки цим механізмам, які випереджають їжу, слиноутворення сприяє ініціації початку травлення під час надходження їжі до порожнини рота: змочування їжі слиною, пережовування, формування травної грудки їжі з наступним ковтанням.

14. У шлунку з їжі, що надходить, формується харчова грудка, зовні якої кисла реакція, а усередині грудки зберігається нейтральна, яка дозволяє амілазі слини продовжувати впливати на вуглеводи.

15. Дитинчата харчуються молоком, яке вони смокчуть. Аби смоктання могло здійснюватися, необхідно забезпечити герметичність ротової порожнини. Саме це і робить слина. Без неї смоктання стане неможливим і дитинчата загинуть від голоду.

16. Безумовний подразник має бути досить сильним. Якщо досліджують слиновидільний рефлекс, то бажано, аби виділялася чимала кількість слини. Цукровий порошок сухий, а м'ясний — смачний. Таке поєднання забезпечує значне слиновиділення.

17. Вочевидь, що гідроліз харчових речовин за умов травлення може здійснюватися лише ферментами. Власні ферменти удава розщеплюватимуть тіло кролика, якого він проковтнув, дуже довго. Можливо, на допомогу приходить більш стародавня форма — автолітичне травлення. У всіх клітинах містяться лізосоми, які мають універсальний набір ферментів (близько 70). У дуже кислому середовищі лізосоми руйнуються і ферменти, що вивільнилися, здійснюють самоперетравлювання.

18. За нормальних умов їда припиняється у зв'язку з первинним (сенсорним) і, головним чином, вторинним (надходження продуктів перетравлювання у кров) насиченням. За умов уявного годування вторинне насичення відсутнє, оскільки їжа не потрапляє у шлунок і кишечник. Недостатньо виражене і сенсорне насичення. Чому ж собака не їсть нескінченно? Побудуємо просту систему «їда»: пошук їжі — жування — ковтання — перетравлювання — всмоктування — насичення. У даному випадку їда припиняється через стомлення жувальних м'язів за умов довготривалого жування.

## 12.2. ТРАВЛЕННЯ У ШЛУНКУ. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВЛЕННЯ У ШЛУНКУ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів травлення у порожнині шлунка необхідне для розуміння механізмів функціонування системи живлення за різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Склад, властивості та механізми регуляції активності шлункового соку.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану шлункового соку.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Склад і властивості шлункового соку.

2. Механізм утворення хлористоводневої кислоти.

3. Методи дослідження секреторної функції шлунка у людини.

4. Фази і види регуляції шлункової секреції, їх адаптаційні зміни.

5. Нервові та гуморальні механізми гальмування шлункової секреції.

6. Рухова функція шлунка, механізми переходу шлункового вмісту в дванадцятипалу кишку та їх регуляція.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть склад і властивості шлункового соку.

2. Намалюйте схему утворення хлористоводневої кислоти у шлунку.

3. Перерахуйте методи дослідження секреторної та рухової функцій шлунка у тварин і людини.

4. Опишіть фази і види регуляції шлункової секреції.

5. Перерахуйте ентеральні стимулятори й інгібітори шлункової секреції.

6. Намалюйте рефлекторну дугу рефлексу Сердюкова.

*Програма практичної роботи на занятті:* оцінка і аналіз результатів дослідження шлункового соку.

### *Методика оцінки секреторної функції шлунка за результатами аналізу шлункового соку*

*Для роботи необхідні:* результати дослідження шлункового соку людини.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Використовуючи зразки результатів дослідження шлункового соку, оцінити його стан і порівняти отримані показники з показниками норми.

*Зразок 1*

Базальна секреція — 1,5 ммоль/год

Пікова секреція — 9 ммоль/год

Базальна секреція/пікова секреція — 0,17 ммоль/год

Кількість базального соку — 24 мл

Вільна НСІ без стимуляції — 18 ммоль/л

Загальна кислотність — 26 ммоль/л

pH — 2,1

*Зразок 2*

Базальна секреція — 0 ммоль/год

Пікова секреція — 1,1 ммоль/год

Базальна секреція/пікова секреція — 0 ммоль/год

Кількість базального соку — 60 мл

Вільна НСІ без стимуляції — 6 ммоль/л

Загальна кислотність — 9 ммоль/л

pH — 4,2

*Зразок 3*

Базальна секреція — 45 ммоль/год

Пікова секреція — 72 ммоль/год

Базальна секреція/пікова секреція — 0,6 ммоль/год

Кількість базального соку — 250 мл

Вільна НСІ без стимуляції — 63 ммоль/л

Загальна кислотність — 201 ммоль/л

pH — 0,7

*Оформлення результатів та їх оцінка.* У протокол записують отримані дані й оцінюють за такими показниками:

1. *Кількість шлункового соку.* Нормальна величина 20–100 мл після 12-годинного голодування. Фактори, що впливають на результат, — атропін, гангліоблокатори, інсулін, діазепам, 5-окситриптамін знижують швидкість секреції. Діагностичне значення: кількість підвищується за умов затримки випорожнення шлунка, підвищеної секреції шлункового соку (виразка дванадцятипалої кишки (ДПК), синдром Золінгера — Елісона), регургітації з ДПК.

2. *Органолептичні характеристики* (консистенція, колір, запах, жовч): нормальні величини — сік рідкий, може бути трохи в'язким, без кольору, запах кислий, може містити жовч. Діагностичне значення: жовч може виявлятися після резеції шлунка, гастроентероскопії або регургітації. За наявності раку шлунка, виразки, гастриту може спостерігатися кров (у присутності НСІ утворюється гематин, що нагадує кавову гущу. Свіжа кров червоного кольору з'являється внаслідок травми або за умов кровотечі зі стінки шлунка (виразка, рак).

3. *Вільна соляна кислота* (визначена під час титриметрії): нормальний вміст — без стимуляції — до 40 ммоль/л, у 4 % здорових людей і 25 % людей після 60 років вільна соляна кислота без стимуляції може бути відсутньою. Фактори, що впливають на результат, — кофеїн, солі кальцію, АКТГ, етиловий спирт, препарати раувольфії — підвищують кислотність. Ацетазоламід, атропін, діазепам, гангліоблокатори, глюкагон, інсулін, пропанолол, секретин, 5-окситриптамін знижують кислотність. Діагностичне значення: підвищується при виразці ДПК, у деяких випадках виразки шлунка, синдромі Золінгера — Елісона. Вільна соляна кислота відсутня при перніціозній анемії. Для підтвердження діагнозу ахлоргідрії необхідно визначити максимальну стимуляцію, оскільки помилкова ахлоргідрія можлива в результаті нейтралізації соляної кислоти їжею або при регургітації лужного соку з кишечника.

4. *Загальна кислотність* (визначена методом титриметрії): нормальний вміст — 10–150 ммоль/л.

Фактори, що впливають на результат, — кофеїн, солі кальцію, АКТГ, етиловий спирт, препарати раувольфії — підвищують кислотність. Ацетазоламід, атропін, діазепам, гангліоблокатори, глюкагон, інсулін, пропранолол, секретин, 5-окситриптамін знижують кислотність. Діагностичне значення: підвищується за умов виразки ДПК, у деяких випадках виразки шлунка, синдромі Золінгера — Елісона. Вільна соляна кислота відсутня за умов перніціозної анемії.

5. *pH-метрія*. Нормальний показник — 1,5–3,5. Фактори, що впливають на результат, — кофеїн, солі кальцію, АКТГ, етиловий спирт, препарати раувольфії — підвищують кислотність. Ацетазоламід, атропін, діазепам, гангліоблокатори, глюкагон, інсулін, пропранолол, секретин, 5-окситриптамін знижують кислотність. Діагностичне значення: підвищується за умов виразки ДПК, у деяких випадках виразки шлунка, синдромі Золінгера — Елісона. Вільна соляна кислота відсутня за умов перніціозної анемії. Для підтвердження діагнозу ахлоргідрії необхідно визначити максимальну стимуляцію, оскільки помилкова ахлоргідрія можлива в результаті нейтралізації соляної кислоти їжею або за умов регургітації лужного соку з кишечника.

6. *Швидкість секреції*. Базальна секреція: нормальна величина 0–5 ммоль/год. Фактори, що впливають на результат, — атропін, гангліоблокатори, інсулін, діазепам, 5-окситриптамін — знижують швидкість секреції. Діагностичне значення: показник менше 5 ммоль/год може спостерігатися у деяких людей, які страждають на виразку шлунка. Швидкість від 5 до 15 ммоль/год буває за умов виразки ДПК, більше 20 ммоль/год характерна для синдрому Золінгера — Елісона (гастринома).

*Пікова і максимальна секреція*: нормальна величина — 5–20 ммоль/год. Пікова секреція розраховується на основі двох максимальних значень, отриманих при аналізі проб протягом 15 хв. Максимальна секреція кислоти розраховується на основі аналізу перших 4 проб протягом 15 хв, отриманих після стимуляції. Оскільки у деяких людей максимальна секреція не досягається раніше ніж через 1 год після стимуляції, краще проводити визначення пікової секреції. Фактори, що впливають на результат, — атропін, гангліоблокатори, інсулін, діазепам, 5-окситриптамін — знижують величину секреції. Діагностичне значення: швидкість 20–60 ммоль/год буває у здорових, у осіб, які страждають на виразку ДПК, шлунка, при синдромі Золінгера — Елісона; більше 60 ммоль/год — вірогідна ознака синдрому Золінгера — Елісона. Відсутність наростання секреції реєструється у хворих із перніціозною анемією: знижена секреція відзначається у деяких хворих на виразку чи рак шлунка, хронічний гастрит. Співвідношення базальна секреція / пікова секреція: нормальна величина менше 0,2 (20 %). Фактори, що впливають на результат, — атропін, гангліоблокатори, інсулін, діазепам,

5-окситриптамін — знижують величину секреції. Діагностичне значення: величини менше 0,2 можуть також спостерігатися у хворих на виразку або рак шлунка; 0,2–0,4 — за умов виразки шлунка і ДПК. За умов виразки ДПК або при синдромі Золінгера — Елісона показник становить 0,2–0,4, а більше 0,6 є характерною ознакою синдрому Золінгера — Елісона.

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Людині була виконана резекція шлунка з видаленням пілоричного відділу. Які процеси у ШКТ були порушені?

- A. Перехід хімусу в ДПК
- B. Перистальтика кишечника
- C. Всмоктування у ДПК
- D. Секреція соку в ДПК
- E. Всі відповіді правильні

2. Людині видалили частину шлунка. Якого режиму харчування вона має дотримуватися?

- A. Приймати їжу на ніч
- B. Великими порціями двічі на день
- C. Звичайний режим харчування тричі на день
- D. Невеликими порціями 6–8 разів на день
- E. Приймати їжу під час обіду 1 раз

3. Людині з гіперсекрецією шлункового соку лікар порекомендував виключити з дієти наваристі бульйони і овочеві відвари, оскільки вони містять речовини, що стимулюють шлункову секрецію. Які?

- A. Соляну кислоту
- B. Екстрактивні речовини і гістамін
- C. Велику кількість вуглеводів
- D. Велику кількість жирів
- E. Гастрин

4. Людині з гіперсекрецією шлункового соку лікар порекомендував виключити з дієти наваристі бульйони й овочеві відвари, оскільки вони містять речовини, які стимулюють шлункову секрецію переважно за таким механізмом:

- A. Стимулюють продукцію секретину в ДПК
- B. Подразнюють смакові рецептори
- C. Подразнюють механорецептори ротової порожнини
- D. Подразнюють механорецептори шлунка
- E. Стимулюють продукцію гастрину

5. Людині необхідно провести зондування шлунка для дослідження шлункової секреції. За цих умов дають пробний сніданок. Які з перерахованих продуктів не можна використовувати?

- A. Сало
- B. Гістамін
- C. Сухарі
- D. Спирт
- E. Капустяний сік

6. Під час ковтання у людини спостерігаються зміни моторної діяльності шлунка. Що з перерахованого характеризує стан шлунка під час ковтання і відразу після нього?

- A. Посилення перистальтики
- B. Прискорення евакуації
- C. Харчова рецептивна релаксація
- D. Зниження ритму скорочень
- E. Зменшення амплітуди скорочень

7. Оперативне втручання на шлунку, метою якого є селективна ваготомія, застосовується за умов:

- A. Гіпоацидного гастриту
- B. Атрофічного гастриту
- C. Шлунково-стравохідного гастриту
- D. Виразкової хвороби шлунка
- E. Раку шлунка

8. Відомо, що синтез HCl парієтальними клітинами слизової оболонки шлунка відбувається за участі вторинних месенджерів:

- A. Аденілатциклази (цАМФ)
- B. Гуанілатциклази (цГМФ)
- C. Іонізованого Ca<sup>++</sup>
- D. Інозитол-трифосфату
- E. Кальмодуліну

9. У двомісячної дитини, яка знаходиться на штучному вигодовуванні, спостерігаються періодичні відрижки. Порушення функціонування якого ферменту можна припустити?

- A. Катепсину слини
- B. Шлункового катепсину
- C. Реніну (пептидази D)
- D. Трипсину
- E. Карбоксипептидази A

10. У пацієнта виявлено ураження додаткових клітин слизової оболонки шлунка та порушення мукозо-бікарбонатного бар'єру. Це може спричинити розвиток:

- A. Атрофічного гастриту
- B. Шлунково-стравохідного рефлюксу
- C. Гіпоацидного гастриту
- D. Гіперацидного гастриту
- E. Виразки шлунка

### **Відповіді**

1.A, 2.D, 3.B, 4.E, 5.A, 6.C, 7.D, 8.A, 9.C, 10.E.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Після введення гастрину у кров збільшилася секреція шлункового соку, рН у порожнині тіла шлунка становила 1,2. Після блокади H<sub>2</sub>-рецепторів і введення гастрину величина рН збільшилася до 4. Це доводить, що секреція HCl шлунковими залозами після введення гастрину є наслідком безпосередньої стимуляції функцій:

- A. D-клітин
- B. S-клітин

- C. EC-клітин
- D. Головних клітин
- E. Мукоцитів

2. Через 40 хв після вживання знежиреної їжі, яка містить білки, в ДПК впродовж 10 хв кризь зонд вводили емульсію жирних кислот. Внаслідок цього спостерігається:

- A. Прискорення евакуації хімусу з шлунка
- B. Збільшення виділення мотиліну
- C. Збільшення частоти скорочень
- D. Зменшення секреції холецистокініну
- E. Розслаблення проксимального відділу шлунка

3. Періодичне скорочення каудального відділу шлунка й евакуація його вмісту до ДПК здійснюється завдяки періодичному виділенню:

- A. Гастрину
- B. HCl
- C. Гістаміну
- D. Мотиліну
- E. Холецистокініну

4. Після введення в ДПК гіпертонічного розчину солі швидкість евакуації хімусу з шлунка зменшилася завдяки:

- A. Ваго-вагальним рефлексам
- B. Симпатичним рефлексам
- C. Метасимпатичним рефлексам
- D. Виділенню холецистокініну
- E. Виділенню секретину

5. В експерименті на собаках з «маленьким шлуночком» виявили, що після вживання м'яса кількість шлункового соку збільшується через 1 год і стає максимальною на 2-й годині. Максимум секреції досягається завдяки:

- A. Умовним рефлексам на запах їжі
- B. Безумовним парасимпатичним рефлексам
- C. Метасимпатичним рефлексам
- D. Симпатичним рефлексам
- E. Стимуляції виділення гастрину

6. При гіперсекреції хлористоводневої кислоти парієтальними клітинами доцільно взяти препарат тривалої дії, який блокує:

- A. M-холінорецептори
- B. H<sub>2</sub>-рецептори
- C. Гастринові рецептори
- D. Водневий насос
- E. K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup>насос

7. Пацієнтка 60 років після перелому променевої кістки з метою знеболювання довгий час вживала аспірин, що призвело до пошкодження слизової оболонки і виникнення виразки шлунка, оскільки аспірин спричинив:

- A. Гіперсекрецію хлористоводневої кислоти
- B. Виділення гастрину
- C. Виділення гістаміну
- D. Блокаду утворення простагландинів
- E. Блокаду утворення соматостатину

8. За умов потрапляння соляної кислоти у дуоденум пілоричний сфінктер шлунка:

- A. Відкривається
- B. Без змін
- C. Посилюється перистальтика
- D. Різко розслабляється
- E. Закривається

9. Гастрин здійснює різні дії, крім:

- A. Стимуляції моторики шлунка
- B. Стимуляції секреції в шлунку
- C. Гальмування спорожнення шлунка
- D. Збільшення тонуусу нижнього стравохідного сфінктера
- E. Зменшення тонуусу гастродуоденального сфінктера

10. Швидкість евакуації хімусу з шлунка до ДПК прискорюється завдяки збільшенню:

- A. Концентрації у крові холецистокініну
- B. Концентрації у крові секретину
- C. Частоти скорочення антрального відділу
- D. Частоти скорочення дуоденального сфінктера
- E. Частоти мігруючого рухового комплексу

### **Відповіді**

1.C, 2.E, 3.D, 4.C, 5.E, 6.D, 7.D, 8.E, 9.D, 10.C.

### **Ситуаційні завдання**

1. Перед споживанням великої кількості м'яса один випробовуваний випив стакан води, другий — стакан вершків, третій — стакан бульйону. Поясніть, як це вплине на перетравлювання м'яса.

2. Собаці з фістулою шлунка заздалегідь промивають його, а потім уводять в одному досліді розчин соди, а в другому аналогічному досліді — таку ж кількість розчину соляної кислоти. Поясніть, який розчин швидше евакуювався зі шлунка. Як довести це експериментально?

3. Є три варіанти обіду з двох страв: м'ясний бульйон і жирне м'ясо з картоплею; овочевий суп і курка з кашею; молочний суп і пісне м'ясо з макаронами. Розміри порцій у всіх варіантах однакові. Поясніть, в якому випадку перетравлювання другої страви здійсниться швидше і чому.

4. У хірургічній практиці існують оперативні втручання, рекомендовані за умов тяжких форм ожиріння. Поясніть, які з них найбільш поширені. У чому їх фізіологічний сенс?

5. Відомий біолог Кох встановив, що збудником холери є холерний вібріон. Його опонент Петтенкоффер, аби довести помилковість поглядів Коха, випив у присутності студентів рідину, що містила чисту культуру вібріона, і не лише не помер, але навіть не захворів. Проте Кох мав рацію. Поясніть, чому ж не захворів Петтенкоффер.

6. Поясніть, чи можна отримувати інформацію про властивості травних секретів організму,

не виконуючи жодних оперативних втручань і навіть не доторкнувшись до досліджуваного.

7. У собаки зроблена операція ізольованого малого шлуночка. Поясніть, як встановити експериментальним шляхом, виконана вона за Павловим або за Гейденгайном.

8. За умов уявного годування собаки вимірювали кількість шлункового соку, що виділяється. Потім була видалена пілорична частина шлунка. Поясніть, як зміниться секреція за умов повторення досліду з уявним годуванням.

9. У пілоричній частині шлунка соляна кислота не виділяється, оскільки у ній відсутні клітини. Поясніть, у чому фізіологічний сенс цієї особливості.

10. Один із співробітників академіка І. П. Павлова виявив, що у собаки виділяється шлунковий сік навіть без їжі, у «спокійному» періоді, проте І. П. Павлов поставив під сумнів ці дані. У відповідь на критику співробітник повторив дослід, але заздалегідь ретельно вичистив зуби, перевіряв вміст кишень і одягнув свіжовипраний халат. Результати підтвердилися, і Павлов погодився з ними. Поясніть, у чому ж полягали його первинні заперечення.

11. Основним іоном, який стимулює процеси збудження і скорочення гладких м'язів шлунка, є  $Ca^{++}$ . Залежно від швидкості наростання концентрації  $Ca^{++}$  у клітинах цих м'язів змінюється сила і частота хвиль перистальтики в шлунку. Виходячи з цього, як можна пояснити дію препаратів, що підсилюють скоротливу діяльність шлунка?

12. Двом собакам внутрішньовенно введена кров від інших собак. У першого почав відділятися шлунковий сік, у другого — ні. Поясніть, чим відрізнялися собаки-донори перед узяттям у них крові.

13. Назвіть, які з перерахованих нижче речовин є природними ендогенними стимуляторами шлункової секреції: гістамін, гастрин, ентерогастрон, соляна кислота, аскорбінова кислота, овочеві соки, пептони, ентерокіназа, секретин.

14. Собаці через фістулу шлунка в його порожнину вкладено 500 г дрібних намистин. Поясніть, чи спостерігатиметься при цьому секреція шлункових залоз.

15. Поясніть, що станеться зі слизовою оболонкою шлунка тварини, якщо з її поверхні прибрати шар Холендера.

16. Собака проковтнув шматок сала. Поясніть, чи буде воно перетравлене в шлунку.

17. Поясніть, які з наведених показників кислотності шлункового соку натщесерце відповідають нормі для дорослої людини?

Проба А: загальна кислотність 40 ммоль/л, вільна кислота 30, зв'язана кислота 10.

Проба В: загальна кислотність 40 ммоль/л, вільна кислота 10, зв'язана кислота 30.

Проба С: загальна кислотність 40 ммоль/л, вільна кислота 10, зв'язана кислота 30.

18. Поясніть, які з перерахованих нижче подразників шлункової секреції, які використовують за умов фракційного шлункового зондуван-

ня, є найбільш фізіологічними: алкогольний сніданок, кофеїновий сніданок, гістамін, капустяний відвар?

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Вода розбавляє соляну кислоту, що активує пепсин, який сприяє перетравлюванню білків. Вершки містять жир, який гальмує шлункову секрецію. Бульйони містять екстрактивні речовини, що стимулюють шлункову секрецію. Таким чином, у перших двох випробовуваних перетравлювання м'яса сповільниться, а у третього — прискориться. Проте вода дуже швидко надходить із шлунка в кишечник, тому її ефект буде незначним.

2. При потрапленні соляної кислоти з шлунка в ДПК виникає рефлекторне закривання пілоричного сфінктера. Тепер він буде закритий, поки не станеться нейтралізація кислоти лужним вмістом кишки. Далі процес повторюється. Отже, розчин соляної кислоти евакуюється порціями, а лужний розчин соди — безперервно. Довести це можна таким чином: у кожному досліді через один і той самий час потрібно вилучати через фістульну трубку кількість рідини, що залишилася. Розчину соди залишається значно менше. Отже, він евакуювався швидше.

3. Решта страв містять білковий і вуглеводний компоненти. Основну роль у шлунковому травленні відіграє розщеплювання білка. Тепер розглянемо особливості других страв і їх взаємозв'язок з першими стравами. Жир гальмує шлункову секрецію, тому жирне м'ясо перетравлюється повільніше, ніж пісне. Екстрактивні речовини м'яса і овочів (що містяться у відварах) стимулюють секрецію, тому найшвидше перетравлювання другої страви буде в другому випадку.

4. Найпоширеніший вид хірургічного втручання при тяжких формах ожиріння — зменшення розмірів шлунка шляхом резекції або накладання спеціального обмежувача об'єму. Також можливе видалення частини тонкого кишечника з метою зменшення поверхні всмоктування.

5. Вочевидь, у момент досліді в шлунку Петтенкоффера вміст соляної кислоти, що має бактерицидну дію, був особливо високим. Інші вчені, що повторили його дослід, захворіли, і вельми тяжко.

6. Таку дистантну інформацію можна отримувати лише фізичним шляхом, за допомогою ендорадіозонда («радіопілюлі»). Це мікропередавач, який проковтується пацієнтом. Випромінювання передавача сприймається приймачем, розташованим на тілі пацієнта. Характер випромінювання змінюється залежно від рН шлункового соку, температури і т. ін.

7. За Гейденгайном перерізувалися гілочки блукаючого нерва, Павлов же розробив таку модифікацію, за якої ці гілочки зберігалися. З трьох фаз шлункової секреції дві — мозкова і шлункова — пов'язані з дією блукаючого нерва. Тому якщо дані фази збереглися, то операція виконана за Павловим. Якщо ж удасться вияви-

ти лише кишкову фазу, то операція виконана за Гейденгайном.

8. Гастрин утворюється у пілоричній частині шлунка G-клітинами під впливом їжі. Секреція при уявному годуванні відбувається за рахунок мозкової фази. За цих умов гастрин, що виділяється як гормон, з потоком крові приноситься до секреторних клітин шлунка, викликаючи стимуляцію шлункової секреції. Після резекції пілоричної частини шлунка секреція за умов уявного годування зменшиться.

9. У пілоричній частині шлунка відбувається виділення гастрину і порційний перехід хімусу в ДПК. На обидва ці процеси впливає соляна кислота, що надходить сюди з харчовими масами. Якби соляна кислота виділялася безпосередньо в пілоричній ділянці, незалежно від надходження до неї хімусу, то це порушило б нормальний перебіг вказаних регуляторних процесів.

10. Вочевидь, Павлов передбачав, що шлункову секрецію може стимулювати запах їжі, залишки якої могли бути в роті співробітника, у кишенях, на несвіжому халаті. Після усунення цих факторів секреція у собаки продовжувала спостерігатися, тобто її дослідження привело до виявлення і доказу наявності періодичної «голодної» діяльності шлунка.

11. Згадані препарати підвищують пропускну здатність каналів  $Ca^{++}$  у мембранах гладком'язових клітин шлунка.

12. Собака-донор, від якої кров уводилася першому собаці, була нагодована, і в цій крові були присутні травні гормони (гастрин та ін.) й екзогенні стимулятори, що викликали секрецію. Друга собака-донор була голодною.

13. Гістамін, гастрин, соляна кислота, пептони.

14. Механорецептори шлунка подразнюються об'ємом їжі, тому у даному випадку спостерігатиметься виділення соку в шлунку.

15. Слизовий захисний шар Холендера оберігає епітелій шлунка від автоперетравлення. Якщо його порушити, може розвинутися виразка.

16. У шлунку розщеплюванню піддається сполучнотканинний каркас жирової тканини, шматок сала розвалиться, а сам жир почне розщеплюватися лише у ДПК після його емульгування жовчними кислотами.

17. Нормі відповідають дані проби С.

18. Капустяний відвар.

## **12.3. ТРАВЛЕННЯ У ДВНАДЦЯТИПАЛІЙ КИШЦІ. РОЛЬ ПІДШЛУНКОВОГО СОКУ І ЖОВЧІ У ПРОЦЕСАХ ТРАВЛЕННЯ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів травлення у ДПК необхідне для розуміння механізмів функціонування системи живлення за умов різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.



*Мета заняття.* Знати:

1. Склад, властивості та механізми регуляції активності соку тонкого кишечника.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану ДПК, печінки, жовчного міхура і підшлункової залози.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Охарактеризуйте роль печінки у травленні.  
2. Опишіть механізми жовчоутворення і жовчовиділення.

3. Опишіть роль жовчі у травленні.

4. Склад і властивості печінкової та міхурової жовчі.

5. Охарактеризуйте механізми регуляції утворення жовчі та її виділення в ДПК.

6. Методи дослідження виділення жовчі у людини.

7. Охарактеризуйте секреторну функцію підшлункової залози.

8. Опишіть склад, властивості та кількість панкреатичного соку.

9. Охарактеризуйте роль панкреатичного соку в травленні.

10. Нервова та гуморальна регуляція панкреатичної секреції.

11. Фази регуляції панкреатичної секреції — цефалічна, шлункова, кишкова.

12. Методи дослідження секреції панкреатичного соку в людини.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Охарактеризуйте механізми жовчоутворення і виділення жовчі.

2. Дайте порівняльну характеристику печінкової та міхурової жовчі.

3. Перерахуйте методи дослідження жовчоутворення.

4. Перерахуйте фактори регуляції жовчоутворення і виділення жовчі.

5. Вкажіть кількість, склад і властивості панкреатичного соку.

6. Перерахуйте функції панкреатичного соку в травленні.

7. Перерахуйте методи дослідження зовнішньосекреторної функції підшлункової залози.

8. Опишіть фази і види панкреатичної секреції та механізми їх регуляції.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження емульгування жирів.

#### **Методика проведення дослідження**

За добу у людини відділяється 1000–1500 мл жовчі, одна з функцій якої — емульгування жирів, яке робить водорозчинними жирні кислоти.

*Для роботи необхідні:* лупа, предметні стекла, штатив, пробірки, лійки, піпетки, свіжа жовч, рослинна олія, паперові фільтри, вода.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Вплив жовчі на жири можна спостерігати двома способами.

1. На предметне скло піпеткою наносять краплю води і краплю жовчі. До кожної краплі додають невелику кількість рослинної олії, перемішують і розглядають вміст обох крапель під лупою.

2. Поміщають у лійки паперові фільтри та змочують один водою, другий — жовцю. Встановлюють лійки в пробірки, що стоять у штативі, і в кожну лійку наливають по 10 мл рослинної олії. Через 45 хв визначають кількість жиру, що профільтрувалася, в обох пробірках.

*Результати роботи та їх оформлення.* Замалюйте в зошиті, як розподіляється жир у краплі води та в краплі жовчі. Визначте і запишіть результати фільтрації рослинної олії через фільтри, змочені водою та жовцю. На підставі отриманих результатів поясніть дію жовчі на жири.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Де утворюється секретин?

- A. У нириці
- B. У підшлунковій залозі
- C. У печінці
- D. У шлунку
- E. У ДПК

2. Секретин стимулює виділення секрету підшлунковою залозою, в якому переважають:

- A. Ферменти
- B. Слиз і органічні компоненти
- C. Бікарбонати
- D. Кислота (соляна й ін.)
- E. Кальцій

3. Утворення секретину головним чином стимулює:

- A. Соляна кислота
- B. Трипсиноген
- C. Продукти гідролізу
- D. Продукти ліполізу
- E. Жоден із них

4. Які фактори мають пусковий вплив на виділення підшлункового соку?

- A. Гуморальні
- B. Нервові
- C. Трофічні
- D. Ендокринні
- E. Жоден із них

5. Який вплив мають гуморальні фактори на діяльність підшлункової залози?

- A. Корегувальний
- B. Трофічний
- C. Рефлекторний
- D. Пригнічувальний
- E. Пусковий

6. Трипсиноген активується під впливом:

- A. Секретину
- B. Соляної кислоти
- C. Ентерокинази
- D. Гастрину
- E. Усіх перерахованих

7. Які ферменти підшлункової залози активує трипсин?

- A. Лише трипсиноген
- B. Усі ферменти, крім трипсиногену
- C. Амілазу, хімотрипсиноген
- D. Трипсиноген, профосфоліпазу А, проеластазу, прокарбоксіпептидазу А і В
- E. Ліполітичні

8. Які впливи є головними у регуляції секреції підшлункової залози?

- A. Місцеві
- B. Нервові
- C. Гуморальні
- D. Нервові, гуморальні, місцеві
- E. Жоден із них

9. Які ферменти підшлункової залози синтезуються в активному стані?

- A. Трипсиноген, хімотрипсиноген
- B. Прокарбоксіпептидази
- C. Протеази
- D. Амілаза, нуклеази
- E. Усі перераховані

10. Провідне значення у регуляції секреції підшлункової залози належить:

- A. Рефлекторним механізмам
- B. Гастроінтестинальним гормонам
- C. Усі відповіді неправильні
- D. Місцевим механізмам
- E. Усі відповіді правильні

### **Відповіді**

1.E, 2.C, 3.A, 4.B, 5.A, 6.C, 7.D, 8.C, 9.D, 10.B.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Найбільш концентрованою за своїм складом є жовч:

- A. Печінкова і міхурова
- B. Змішана
- C. Печінкова
- D. Міхурова
- E. Печінкова та змішана

2. Жовчоутворення (холерез) відбувається:

- A. Постійно
- B. Періодично
- C. У такт зі скороченнями шлунка
- D. Залежно від вмісту цукру в крові
- E. Залежно від вмісту кисню в повітрі

3. Жовчовиділення (холекінез) відбувається:

- A. Постійно
- B. Залежно від вмісту кисню в повітрі
- C. У такт зі скороченнями шлунка
- D. Залежно від вмісту цукру в крові
- E. Періодично

4. До складу жовчі практично не входять:

- A. Жирні кислоти
- B. Жовчні кислоти

- C. Білірубін
- D. Холестерин
- E. Бікарбонат

5. Жовчні пігменти утворюються з:

- A. Холестерину
- B. Муцину
- C. Жовчних кислот
- D. Лецитину
- E. Гемоглобіну

6. За умов захворювань печінки у крові визначають вміст білків та їх фракцій, тому що в печінці відбувається:

- A. Утилізація білків крові
- B. Посилення екстракції білків гепатоцитами
- C. Депонування білків
- D. Синтез білка
- E. Дезамінування амінокислот

7. Під впливом жовчі всмоктуються:

- A. Моносахариди
- B. Продукти гідролізу білків
- C. Ліпіди і жиророзчинні вітаміни
- D. Мінеральні солі
- E. Цукор

8. Хіломікрони і ліпопротеїни з ентероцитів всмоктуються:

- A. У кров
- B. У лімфу
- C. У ліквор
- D. У синовіальну рідину
- E. У плевральну рідину

9. Для вивчення жовчовиділення і складу жовчі використовують метод:

- A. рН-метрії
- B. Мастикаціографії
- C. Зондування і холецистографії
- D. Гастроскопії
- E. Дуоденоскопії

10. Під час дуоденального зондування виявлено підвищення вмісту лейкоцитів у найбільш концентрованій порції жовчі. За цих умов найбільш вірогідне ураження:

- A. Внутрішньопечінкових жовчних шляхів
- B. Жовчного міхура
- C. ДПК
- D. Підшлункової залози
- E. Печінки

### **Відповіді**

1.D, 2.A, 3.E, 4.A, 5.E, 6.D, 7.C, 8.B, 9.C, 10.B.

### **Ситуаційні завдання**

1. У людини порушений процес згортання крові. Лікування не давало результатів, поки не вдалося з'ясувати, що пацієнт страждає також на захворювання печінки з порушенням жовчоутворення. Після проведення ефективної терапії

цього захворювання відновилося і нормальне згортання крові. Чому?

2. У крові людини виявлена підвищена кількість білірубину. Поясніть, про що це може свідчити.

3. Відомо, що у жовчі немає травних ферментів. Поясніть, яка її роль у процесі травлення.

4. У тонкому кишечнику відбуваються процеси порожнинного і пристінкового травлення, в яких беруть участь одні і ті ж ферменти та харчовий субстрат. Поясніть, у чому відмінність цих процесів.

5. Дванадцятипалу кишку називають «гіпофізом травної системи». Поясніть сенс цього виразу.

6. Поясніть, в якому стані знаходиться пілоричний сфінктер, якщо у пілоричному відділі шлунка реакція кисла, а в ДПК — лужна.

7. Видалення частини кишечника не являє небезпеки для життя. Але якщо у тварини видалити порівняно невелику ДПК, то це призведе до загибелі. Поясніть, у чому причина даного явища. Як довести, що летальний результат не пов'язаний з важкими порушеннями травлення?

8. Поясніть, чи існують відмінності у наборі травних ферментів у організмах м'ясоїдних і рослиноїдних.

9. У процесі дослідження у пробірку був доданий кишковий сік. Потім у неї долили розчин харчової речовини. Поясніть, як прискорити перетравлювання харчової речовини.

10. У процесі експерименту в собаки з ізольованим за Тірі — Веллом відрізком тонкого кишечника зробили зрошування цього відрізка розчином анестезуючої речовини. Поясніть, чи можна тепер, використовуючи даний відрізок кишки, вплинути через нього на шлункову секрецію.

11. Для визначення ОЦК у вену (наприклад, ліктьову) вводять певну кількість нейтральної барви. Потім вимірюють її концентрацію у крові і розраховують величину ОЦК. В одному випадку барву ввели не в ліктьову вену, а у ворітну. Отримана величина ОЦК у цьому випадку виявилася нижчою, ніж при звичайному визначенні. Поясніть причину цього.

12. Якщо у стакан з розчином Рінгера помістити відрізок тонкої кишки, то він скорочуватиметься. Це свідчить про наявність автоматії. При додаванні у розчин краплі АХ скорочення різко посилюються. Як зміниться моторика кишечника людини, якщо вона опиниться у стресовій ситуації? Чи не заважає поява таких змін твердженню, що кишечнику властива автоматія?

13. Поясніть, як довести, що трипсин виділяється у неактивному стані (у вигляді трипсиногену) і лише потім активується.

14. Виділіть з перерахованих нижче речовин гормони, які виробляє ДПК: секретин, вількінін, холецистопанкреозимін, ентерокиназа, дуокринін, гастрин, гістамін, ентерогастрин, ентерогастрон, інсулін, глюкагон.

15. Поясніть, схема якого процесу наведена у схематичному ланцюзі. Заповніть бракуючі ланки: ентерокиназа — трипсиноген — ? — ? — хімотрипсин.

16. Поясніть, про що може свідчити кал сірувато-білого кольору, з великою кількістю жирних кислот і нейтрального жиру.

17. Поясніть, у якій пробі травних соків рН відповідає нормі дорослої людини. Проба А: рН слини 0,8, шлункового соку 7,4, підшлункового соку 7,1. Проба В: рН слини 7,4, шлункового соку 8,0, підшлункового соку 0,8. Проба С: рН слини 7,4, шлункового соку 0,8, підшлункового соку 7,1. Проба D: рН слини 7,1, шлункового соку 0,8, підшлункового соку 1,5.

18. Додайте бракуючі ланки у схему активації секретії підшлункового соку: шлунковий сік,  $H^+$  — іони — ? — ? — стимуляція секретії підшлункового соку.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. У печінці синтезується більшість факторів згортання крові. Жовч забезпечує всмоктування продуктів перетравлювання жирів і жиророзчинних речовин. До останніх належить вітамін В, що синтезується мікрофлорою кишечника і є необхідним для синтезу протромбіну. Якщо ж порушене утворення жовчі, то постраждає процес згортання крові через порушення всмоктування і, відповідно, відсутність у крові вітаміну В.

2. Білірубін — кінцевий продукт розпаду еритроцитів. Він утворюється у печінці, а потім екскретується з жовчю і виводиться через кишечник. Якщо цей процес порушений, то надлишок білірубину переходить у кров, що свідчить про патологію печінки.

3. Жовч сприяє збереженню необхідної слаболужної реакції у ДПК, активізує підшлункову ліпазу, сприяє емульгуванню жирів, активізує перистальтику і впливає на процеси всмоктування.

4. Пристінкове травлення перебігає значно швидше. Мікрворсинки епітелію кишечника забезпечують кращий контакт ферменту і субстрату, що прискорює процес, а також мають каталітичну функцію.

5. Гіпофіз — «диригент» ендокринної системи. Гормони, що виділяються ним, керують роботою багатьох інших залоз внутрішньої секреції. Аналогічно і в ДПК утворюється безліч гормонів (тканинні гормони), які мають різноманітні впливи на роботу травної та деяких інших систем.

6. Робота сфінктера не порушена.

7. Дванадцятипала кишка — це «гіпофіз» травної системи. Аби довести, що справа саме в цьому, а не у тяжких порушеннях травлення, необхідно зробити тварині операцію, після якої їжа піде в обхід штучним каналом. У цьому випадку виникнуть деякі порушення, але без прямої небезпеки для життя.

8. У тих, хто харчується здебільшого м'ясом (хижаки), переважають гідролази, які розщеплюють білки. У рослиноїдних — амілази і глікозидази, які розщеплюють вуглеводи.

9. У пробірці перетравлювання відбувається відносно повільно порівняно з перетравлюванням у самій кишці, оскільки в пробірці можливе

лише «порожнинне травлення» за рахунок ферментів кишкового соку. Для активізації ферментів пробірку потрібно помістити в термостат при температурі 38 °С. Додатковий ефект можна отримати, зануривши у пробірку смужку тонкої кишки з функціонуючою слизовою оболонкою, що забезпечить процес пристінкового травлення.

10. Кишкова фаза шлункової секреції здійснюється за рахунок дії харчових речовин і продуктів їх перетравлювання на механо- і хеморецептори кишечника, а також гуморальним шляхом після всмоктування цих продуктів. В умовах експерименту залишається лише одна можливість — уводити у порожнину ізольованого відрізка кишки продукти гідролізу, наприклад, білків. Всмоктавшись і надійшовши у кров, вони потім діють на шлункові залози.

11. У першому випадку барва з кров'ю потрапляє відразу в серце. У другому кров спочатку проходить через печінку, клітинами якої затримується частина барви. Це явище можна використовувати як діагностичний тест для оцінки стану печінки.

12. Під час дії стресових факторів збуджується симпатична нервова система, виділяється А, який підсилює роботу серця, підвищує АТ і т. ін. АХ — медіатор ПСНС. У більшості випадків обидві ці системи діють на свої ефектори протилежним чином, тому емоційне збудження гальмує моторику кишечника, що не заважає явищу його автоматії.

13. Якщо трипсин активується лише в ДПК, то візьмемо панкреатичний сік безпосередньо з протоки підшлункової залози і перевіримо його протеолітичну активність. Вона буде відсутня.

14. Секретин, ентерогастрин, вількінін, холецистопанкреозимін, ентерокіназа, дуокринін, ентерогастрон.

15. Наведена схема активації ферментів підшлункового соку: ентерокіназа — трипсиноген — трипсин — хімотрипсиноген — хімотрипсин.

16. Такий кал свідчить про те, що в кишечник не надходить жовч і порушене засвоєння жирів.

17. рН відповідає нормі дорослої людини в пробі С.

18. Шлунковий сік,  $H^+$  — іони — дія на стінку ДПК — виділення секретину у кров — стимуляція секреції підшлункового соку.

## 12.4. ТРАВЛЕННЯ У КИШКАХ. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ГОЛОДУ І НАСИЧЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів травлення у кишках необхідне для розуміння механізмів функціонування системи живлення за умов різних функціональних станів, що забезпечують нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Склад, властивості та механізми регуляції активності кишкового соку.

2. Механізми голоду і насичення.

3. Фізіологічні основи клінічних засобів дослідження функціонального стану кишечника.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Склад і властивості кишкового соку, його роль у травленні.

2. Методи дослідження кишкової секреції.

3. Механізми регуляції секреції кишкового соку.

4. Роль метасимпатичної системи у регуляції секреторної функції кишечника.

5. Порожнинне і мембранне травлення.

6. Роль мікрофлори товстої кишки у травленні.

7. Харчова мотивація. Уявлення про травний центр.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть кількість, склад і властивості кишкового соку.

2. Перерахуйте методи дослідження кишкової секреції.

3. Опишіть механізми регуляції кишкової секреції.

4. Перерахуйте види травлення в кишечнику.

5. Замалуйте глікокалікс і вкажіть основні структурні компоненти.

*Програма практичної роботи на занятті:* побудуйте схеми контуру регуляції процесів голоду і насичення, занесіть схему контуру в протокол і поясніть механізми його функціонування.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. У людини порушений синтез ентерокінази. Які порушення травлення спостерігатимуться у тонкому кишечнику?

А. Розщеплювання білків

В. Всмоктування білків

С. Всмоктування жирів

Д. Секреція соку в ДПК

Е. Усі відповіді правильні

2. У пацієнтки з порушенням функції підшлункової залози виявлено низький вміст ферментів цієї залози. Який із гормонів ШКТ найбільше впливає на утворення ферментів підшлункової залози?

А. Секретин

В. Гастрин

С. Холецистокінін-панкреозимін

Д. Пептид, що інгібує шлунок

Е. Вазоінтестинальний пептид

3. Пацієнт 57 років, який упродовж довгого часу приймав антибіотики, скаржиться на порушення діяльності кишечника. Що є причиною такого стану?

А. Підвищення моторики кишечника

В. Порушення секреції шлунка

С. Порушення всмоктування

Д. Пригнічення мікрофлори

Е. Порушення виділення жовчі

4. Людині видалили частину підшлункової залози. Які продукти їй необхідно обмежити у своєму раціоні?

- A. Фрукти
- B. Нежирне відварене м'ясо
- C. Кисломолочні продукти
- D. Овочі, багаті білками (бобові, соя)
- E. Здобу, жирне м'ясо, міцні відвари

5. Які з нижчезказаних факторів зумовлюють закриття пілоричного сфінктера?

- A. Кисле середовище у пілоричному відділі та лужне в ДПК
- B. Лужне середовище у пілоричному відділі та кисле в ДПК
- C. Лужне середовище у пілоричному відділі та ДПК
- D. Кисле середовище у пілоричному відділі та ДПК
- E. Нейтральне середовище у пілоричному відділі та лужне в ДПК

6. Яка роль ентерокинази в процесі травлення?

- A. Гальмує активність ферментів підшлункового соку
- B. Стимулює виділення жовчі
- C. Активізує трипсиноген підшлункового соку
- D. Стимулює виділення ферментів шлункового соку
- E. Підсилює моторику кишечника

7. У дитини виявлені явища дисбактеріозу без попереднього вживання антибактеріальних препаратів. У якому з відділів ШКТ можна передбачити патологічні зміни?

- A. Антральному відділі шлунка
- B. Фундальному відділі шлунка
- C. ДПК
- D. Тонкій кишці
- E. Товстій кишці

8. У людини після операції на підшлунковій залозі почали погано перетравлюватися білки. Який фермент підшлункової залози почав вироблятися у недостатній кількості?

- A. Пепсин B
- B. Желатиназа
- C. Амілаза
- D. Нуклеаза
- E. Трипсин

9. Жовчні камені переважно складаються з:

- A. Лецитину
- B. Холестерину, білірубінату кальцію
- C. Білівердину
- D. Холестерину, таурину
- E. Білірубину

10. При об'єктивному обстеженні у пацієнта була виявлена жовтяничність склер і слизової оболонки рота. Збільшення вмісту якого біохімічного показника крові можна чекати?

- A.  $\alpha$ -амілази
- B. Діастази

- C. Білірубину
- D. Білівердину
- E. Холестерину

### **Відповіді**

1.A, 2.C, 3.D, 4.E, 5.D, 6.C, 7.E, 8.E, 9.B, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Після введення шурам у кров лептинів заереєстрували зменшення активності ядер гіпоталамуса:

- A. Латеральних
- B. Вентромедіальних
- C. Супраоптичних
- D. Паравентрикулярних
- E. Задніх

2. Внаслідок проносу виникла гіпокаліємія, що свідчить про втрату калію з:

- A. Шлунка
- B. Панкреатичного соку
- C. ДПК
- D. Порожньої кишки
- E. Товстої кишки

3. За умов гіперсекреції хлористоводневої кислоти паріетальними клітинами шлункових залоз застосували інгібітор ферменту АТФ-ази, що призвело до пригнічення роботи водневого насоса і зменшення секреції іонів водню. Водночас із цим зменшився активний транспорт крізь апікальну мембрану клітин одного з іонів:

- A. Натрію
- B. Хлору
- C. Калію
- D.  $\text{HCO}_3^-$
- E.  $\text{HPO}_4^{2-}$

4. Після резекції ДПК значно зменшилося всмоктування у кров:

- A. Глюкози
- B. Ліпідів
- C. Амінокислот
- D. Натрію
- E. Хлору

5. За умов гіпосекреції хлористоводневої кислоти шлунковими залозами стало неможливим всмоктування в ободовій кишці:

- A. Натрію
- B. Хлору
- C. Жовчних кислот
- D. Вітаміну  $\text{B}_{12}$
- E. Вітаміну C

6. Порушення мембранного травлення унаслідок зміни морфологічної структури епітелію призведе до порушення гідролізу і всмоктування:

- A. Ліпідів
- B. Вуглеводів
- C. Вітаміну A
- D. Вітаміну D
- E. Заліза

7. Після вживання бульйону протеолітична активність підшлункового соку збільшується під час кишкової фази завдяки стимуляції секреції ацинарних клітин:

- A. Гастроном
- B. Секретин
- C. Холецистокініном
- D. Вазоактивним інтестинальним пептидом
- E. Ацетилхоліном

8. Після введення у травний канал гіпертонічного розчину солі проносну дію зумовлено стимуляцією моторики кишечника:

- A. Метасимпатичними рефлексами
- B. Холецистокініном
- C. Мотиліном
- D. Секретин
- E. Жовчними кислотами

9. Після резекції шлунка на процесах травлення позначилася, в першу чергу, відсутність:

- A. Гідролізу білків
- B. Гідролізу жирів
- C. Гідролізу вуглеводів
- D. Депонування їжі
- E. Ритмічної сегментації

10. Під час обіду серед інших страв прийнято вживати борщ, оскільки до його складу входять речовини, які стимулюють секрецію у шлунковій фазі:

- A. Гістаміну
- B. Гастроїну
- C. Секретину
- D. Ацетилхоліну
- E. Мотиліну

### **Відповіді**

1.A, 2.E, 3.C, 4.B, 5.D, 6.B, 7.C, 8.A, 9.D, 10.B.

### **Ситуаційні завдання**

1. За умов експериментального хірургічного втручання тварині зробили пластику верхніх дихальних шляхів ділянками тонкої та товстої кишки. Пластика товстою кишкою мала деякі переваги. Проте під час цього часто виникали серйозні ускладнення із загрозою для життя. Довелося відмовитися від використання товстої кишки. Поясніть, у чому полягали ускладнення і з чим це було пов'язано.

2. Під час дослідження виявлено, що у людини кал чорного кольору. Поясніть, з чим це може бути пов'язано.

3. Поясніть, з чим пов'язано забарвлення калу в золотисто-жовтий колір, що виникає за умов тривалого прийому всередину антибіотиків.

4. Мембранне (пристінкове) травлення відбувається на поверхні мікроборсинок, відстань між якими становить 10–20 нм. Виходячи з цього, обґрунтуйте необхідність зв'язаної роботи порожнинного і пристінкового травлення.

5. У новонароджених кроленят ферменти у просвіті травного каналу практично відсутні. Поясніть, як же вони засвоюють материнське молоко.

6. Поясніть, чи можуть за нормальних умов мікроби з просвіту кишечника потрапляти між мікроборсинками епітелію в кров і чому.

7. У процесі дослідження з'ясовано, що в одного немовляти кал має кислу реакцію, в другого — лужну. Поясніть, з чим це може бути пов'язано.

8. У процесі лікування людині вводять великі дози антибіотиків. Поясніть, з якою метою лікар водночас з антибіотиками призначає і полівітаміни.

9. У середньому процес травлення спожитої їжі завершується за 5–7 год, після закінчення яких поживні речовини всмоктуються і надходять у кров. Поясніть, чому саме через такий проміжок часу людина знову може захотіти їсти, незважаючи на те, що поживні речовини продовжують надходити у цей час у кров.

10. Під час їди людина через 10 хв відчула насичення. Поясніть, з чим пов'язане це відчуття, якщо відомо, що в середньому процес травлення спожитої їжі завершується через 5–7 год, після чого поживні речовини всмоктуються і надходять у кров.

11. Часто люди під час сильного психологічного потрясіння, болю відчувають голод. Поясніть фізіологічні механізми даного явища.

12. За умов проведення експериментального дослідження собаці зробили хірургічне втручання. Після цього у нього припинилася травна діяльність. Поясніть, у чому полягала операція. Чи можна штучно вводити м'ясу їжу цьому собаці?

13. Під час спостереження за двома «сіамськими» близнятами, що мають спільну систему кровообігу, виявлено, що один із них почуває себе задовільно, їсти не хоче, а другий плаче і просить його нагодувати. Поясніть дане явище.

14. Для забезпечення життєдіяльності всі люди повинні постійно задовольняти свою потребу в універсальних поживних речовинах (білки, жири, вуглеводи, вітаміни, солі, вода), які знаходяться в усіх продуктах рослинного і тваринного походження. Поясніть, чому ж у різних людей різний характер харчових продуктів, яким віддається перевага (специфічний апетит).

15. Відповідно до правил харчування, спочатку подається закуска, потім перше — рідка страва, потім друге — м'ясо або риба з гарніром, після чого — десерт. Поясніть фізіологічний сенс даної послідовності харчування.

16. За умов експерименту на собаці ділянку вентромедіального ядра гіпоталамуса нагрівали до 50 °С, потім тварину помістили в звичайні умови. Як змінився зовнішній вигляд собаки через деякий час?

17. У людини виявлено порушення діяльності ШКТ. Лікар у поліклініці направив її для лікування не в терапевтичну, а в неврологічну клініку. Поясніть, чим могло бути продиктовано таке рішення.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Ускладнення були пов'язані з наявністю у товстій кишці величезної кількості мікроорганізмів. Після пластики мікроби можуть інфікувати дихальні шляхи, що становить значну небезпеку.

2. З наявністю шлункової чи кишкової кровотечі або з тим, що з їжею прийняті якісь барвники (вісмут, карболен, залізо та ін.).

3. Присутністю незміненого білірубину внаслідок пригнічення антибіотиками кишкової флори, що перетворює його на стеркобілін.

4. Великі молекули (більше 20 нм) не зможуть проникнути через щіткову облямівку і тому недоступні для мембранного травлення. Тому необхідне попереднє порожнинне травлення, завдяки якому великі молекули розщеплюються порожнинними ферментами на дрібніші частини. Ці останні вже можуть піддатися мембранному травленню, після чого остаточні продукти (мономери) надходять на гідролізно-транспортний конвеєр.

5. За рахунок пристінкового травлення.

6. Ні, оскільки розмір пор не перевищує 200 Å, а розміри мікроорганізмів більші.

7. Перша дитина харчується грудним молоком, друга — коров'ячим. У першої в товстому кишечнику багато молочнокислих біфідобактерій, а у другої — кишкова паличка. Це зумовлює різницю у реакції калу.

8. У кишечнику людини є багато мікрофлори, яка бере участь у синтезі вітамінів. За умов введення великої кількості антибіотиків діяльність цих бактерій пригнічується, тому необхідно вводити екзогенні вітаміни у більшій, ніж зазвичай, кількості.

9. Відчуття голоду й їжа не залежать від величини поживних констант крові, які за нормальних умов зберігають відносну стабільність, що повністю задовольняє вимоги метаболізму. Відчуття голоду може залежати від регулярності їди (часовий режим), активності рецепторів порожнього шлунка, емоційного стану людини, а також від особливостей довкілля.

10. У даному випадку відчуття ситості пов'язане з настанням «сенсорного» насичення. Їжа, що надійшла до ротової порожнини, у стравохід і шлунок, викликала активацію відповідних рецепторів цих органів. Нервовими волокнами аферентна імпульсація від рецепторів надійшла до гіпоталамічного центру насичення, який під впливом цієї імпульсації збудився і загальмував центр голоду.

11. За умов стресу, зокрема больового, виділяються ендорфіни, які мають заспокійливу дію. Але, крім цього, вони збуджують центр голоду. Фізіологічний сенс цього явища полягає в тому, що в критичній ситуації організм прагне поповнити свої ресурси.

12. Вочевидь, у собаки в результаті операції постраждала система пошуку їжі. Її роботу можна порушити, зруйнувавши центр голоду. Після цього собака перестане шукати їжу і може померти від виснаження, якщо його не годувати штуч-

но. Таке годування дозволить підтримувати життя, але не змінить стану тварини, оскільки центр голоду залишатиметься зруйнованим. Даному собаці можна штучно вводити м'ясну їжу, оскільки печінка, що має дезінтоксикаційні функції, та система ворітної вени, яка доставляє в печінку кров із речовинами, що всмокталися, під час операції не були пошкоджені.

13. Разом з основними факторами, що формують відчуття голоду (наявністю харчової грудки у шлунку, біохімічним станом крові, стереотипом їжі, що склався), індивідуально можуть впливати емоційний стан, температура довкілля, погане самопочуття та ін.

14. Характер харчових продуктів, яким віддається перевага, визначається: різним співвідношенням поживних речовин, у яких людина відчуває потребу; наявністю продуктів у тих або інших країнах і континентах; місцевими традиціями і звичками, вихованням; наявністю травних ферментів до даного виду їжі; відсутністю отруйності продукту.

15. За нормальних умов існування людини харчова потреба і відчуття голоду проявляють вибіркового характеру відносно певних дефіцитних для організму харчових речовин. Вибіркова харчова потреба задовольняється вибором для їди певних продуктів за допомогою смакових рецепторів. Закуска, що подається перед їдою, містить багато баластних і подразнювальних речовин, що стимулюють перистальтику і виділення травних соків. Перша страва містить екстрактивні речовини, які стимулюють секрецію травних залоз, і велику кількість рідини, необхідну для розчинення і всмоктування поживних продуктів. Друга страва містить основні поживні речовини (білки, жири, вуглеводи), необхідні організму. Десерт складається з легкозасвоюваних вуглеводів, що поповнюють енергію, яка виділяється під час специфіко-динамічної дії їди. Тому під час їди людина не змішує страви в одній тарілці. Якщо голод сильний і харчова потреба велика, то вибіркості у прийомі харчових продуктів не буде. Під час голоду людина здатна з'їсти все їстівне відразу.

16. При нагріванні до 50 °C білкові молекули денатурують, таким чином вентромедіальне ядро було зруйновано, але у ньому знаходився центр насичення. Після його руйнування собака переживатиме підвищене почуття голоду. Розвинеться гіперфагія (обжерливість). У результаті виникає ожиріння.

17. Мабуть, лікар у поліклініці не виявив порушень в органах ШКТ і вирішив, що порушені центральні регуляторні механізми.

## **12.5. МОТОРНА ДІЯЛЬНІСТЬ ШЛУНКА І КИШОК. ПРОЦЕСИ ВСМОКТУВАННЯ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів всмоктування і моторної діяльності органів ШКТ необхідне для розуміння функціо-

нування системи живлення за умов різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми моторної діяльності і всмоктування органів ШКТ.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану органів ШКТ.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Види і типи моторики органів ШКТ.

2. Нервова регуляція моторики шлунка, тонкої та товстої кишок.

3. Гуморальна регуляція моторики шлунка, тонкої та товстої кишок.

4. Особливості всмоктування поживних речовин, його регуляція.

5. Основні впливи гормонів ШКТ на травлення.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перерахуйте збуджувальні та гальмівні рефлекси шлунка, тонкої і товстої кишок.

2. Намалюйте рефлекторну дугу гастродуоденального рефлексу Сердюкова і рефлексу дефекації.

3. Перерахуйте види транспорту молекул під час всмоктування. Наведіть приклади.

4. Особливості гормональної регуляції всмоктування.

*Програма практичної роботи на занятті:* побудова контуру регуляції постійності складу поживних речовин у внутрішньому середовищі організму.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. У людини 50 років кожного разу після вживання молока виникає пронос. Це наслідок дефіциту одного з ферментів, що бере участь у мембранному травленні:

- A. Пептидази
- B. Ліпази
- C. Амілази
- D. Мальтози
- E. Лактози

2. Після резекції ободової кишки у людини зменшилася кількість еритроцитів, гемоглобіну, кольоровий показник дорівнював 1,25. Причиною цього стало призупинення всмоктування:

- A. Заліза
- B. Вітаміну К
- C. Вітаміну С
- D. Вітаміну В<sub>12</sub>
- E. Амінокислот

3. Після введення інгібіторів ферменту K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> АТФази виявили, що це не позначилося на всмоктуванні у тонкій кишці одного з продуктів гідролізу:

- A. Дипептидів
- B. Трипептидів
- C. Сахарози
- D. Фруктози
- E. Аланіну

4. Ліпіди транспортуються з епітелію тонкої кишки у кров у вигляді:

- A. Міцел
- B. Хіломікронів
- C. Тригліцеридів
- D. Жирних кислот
- E. Моногліцеридів

5. Після введення в кров альдостерону збільшилося всмоктування шляхом вторинного активного транспорту:

- A. Вітаміну А
- B. Вітаміну Е
- C. Вітаміну D
- D. Фруктози
- E. Глюкози

6. Після введення паратируну в кров збільшилося всмоктування у тонкій кишці іонів:

- A. Натрію
- B. Калію
- C. Кальцію
- D. Магнію
- E. Хлору

7. Токсини холерного вібриона спричинюють втрату води через травний канал (холерний пронос), оскільки стимулюють первинну секрецію у тонкій кишці іонів:

- A. Натрію
- B. Калію
- C. Кальцію
- D. Хлору
- E. Фосфатів

8. Після операції на травному каналі припинилася моторика тонкої та товстої кишок унаслідок активації:

- A. Метасимпатичної системи
- B. Парасимпатичної системи
- C. Симпатичної системи
- D. Збільшення концентрації нейротензину
- E. Зменшення концентрації мотиліну

9. Після ушкодження аферентної й еферентної ділянок рефлекторної дуги ваго-вагального рефлексу не здійснюється один із моторних процесів:

- A. Жування
- B. Ковтання
- C. Рецепторного розслаблення шлунка
- D. Евакуації вмісту шлунка
- E. Перистальтики кишки

10. За умов розтягування хімузом дистального відділу ободової кишки зменшується евакуація вмісту шлунка до ДПК:

- A. Метасимпатичному рефлексу
- B. Парасимпатичному рефлексу
- C. Симпатичному рефлексу
- D. Нейротензину
- E. Холецистокініну

### **Відповіді**

1.E, 2.D, 3.D, 4.B, 5.E, 6.C, 7.D, 8.C, 9.C, 10.A.



**Тестові завдання до самоконтролю  
рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Як впливають нижчевказані речовини на моторику тонкої кишки?

- A. Адреналін гальмує, ацетилхолін підсилює
- B. Адреналін підсилює, ацетилхолін гальмує
- C. Адреналін підсилює, ацетилхолін не впливає
- D. Адреналін не впливає, ацетилхолін підсилює
- E. Адреналін не впливає, ацетилхолін гальмує

2. У пацієнта виявлений низький вміст секретину під час дослідження кишкового вмісту. Який з нижчеперахованих факторів необхідно використати для збільшення утворення секретину?

- A. Гастрон
- B. Гістамін
- C. Соматостатин
- D. HCl
- E. Холецистокінін

3. У пацієнта виявлено порушення формування міцел. Всмоктування яких речовин буде найбільш порушено?

- A. Солей жовчних кислот
- B. Заліза
- C. Холестерину
- D. Алкоголю
- E. Вітамінів групи B

4. Пацієнт з діагнозом залізодефіцитної анемії впродовж останніх 3 міс. приймає препарати заліза, але концентрація заліза у крові залишається зниженою. В якому відділі ШКТ можна припустити порушення всмоктування заліза?

- A. Фундальному відділі шлунка
- B. Антральному відділі шлунка
- C. ДПК
- D. Клубовій кишці
- E. Товстому кишечнику

5. У людини проведена часткова резекція клубової кишки. Це може супроводжуватися порушеннями всмоктування:

- A. Двовалентних іонів
- B. Одновалентних іонів
- C. Водорозчинних іонів
- D. Жиророзчинних іонів
- E. Білків

6. У пацієнта виявлено нервово-м'язове захворювання стравоходу. За цих умов порушено проходження харчових мас із стравоходу до шлунка. Що є провідним патогенетичним механізмом розвитку цього захворювання?

- A. Підвищення тонуусу парасимпатичної нервової системи
- B. Зниження тонуусу парасимпатичної нервової системи
- C. Підвищення тонуусу симпатичної нервової системи

D. Зниження тонуусу симпатичної нервової системи

E. Порушення еферентної імпульсації від структур лімбічної системи

7. У людини спостерігається дегідратація (зневоднення) організму внаслідок гострого запального процесу слизової оболонки кишечника і через це — порушення всмоктування води. Скільки в нормі води реабсорбується в кишечнику за добу?

- A. 1–3 л
- B. 4–6 л
- C. 7–9 л
- D. 10–12 л
- E. 13–15 л

8. При біохімічному дослідженні крові у пацієнта було виявлено зниження вмісту іонів  $\text{Na}^+$  на тлі щоденного прийому  $\text{Na}^+$  з їжею. Який з нижчевказаних механізмів всмоктування порушений?

- A. Первинно-активний
- B. Вторинно-активний
- C. Дифузія
- D. Осмос
- E. Фільтрація

9. У п'ятимісячної дитини, яка знаходиться на грудному вигодовуванні, виявлені ознаки порушення всмоктування глюкози. Який механізм забезпечує всмоктування глюкози?

- A. Осмос
- B. Фільтрація
- C. Дифузія
- D. Первинно-активний
- E. Вторинно-активний

10. У пацієнта виявлений негативний азотистий баланс на тлі хронічного запального процесу слизової оболонки кишечника. Який механізм забезпечує всмоктування продуктів гідролізу білків?

- A. Первинно-активний
- B. Вторинно-активний
- C. Дифузія
- D. Осмос
- E. Фільтрація

**Відповіді**

1.A, 2.D, 3.C, 4.C, 5.D, 6.B, 7.C, 8.A, 9.E, 10.B.

**Ситуаційні завдання**

1. Людині рекомендована дієта, що включає підвищену кількість хліба з борошна грубого помелу, каш і овочів. Поясніть, з якою метою це зроблено.

2. Поясніть, чому у багатьох людей позив до дефекації виникає вранці після вставання.

3. Із шлунка хімуус надходить до ДПК порціями. Важливу роль в евакуації хімуусу відіграє

сфинктер. За умов його роботи одні й ті самі фактори діють протилежним чином з боку шлунка і ДПК. Поясніть цей механізм.

4. Поясніть, як зміниться моторна активність кишечника, якщо за умов експериментального дослідження собаці ввели атропін.

5. Поясніть, як зміниться консистенція калових мас у тварини після денервації кишечника.

6. Кишечник ізольований від організму і знаходиться у розчині Рінгера. Поясніть, як зміниться швидкість його перистальтики в цьому випадку.

7. Поясніть, чи всмоктуватиметься у кишечнику глюкоза, якщо у крові її концентрація дорівнює 1000 мг/л, а у просвіті кишки — 200 мг/л.

8. У людини після травми повністю зруйнований спинний мозок на межі між грудним і поперековим відділами. Поясніть, яким чином це ушкодження позначиться на акті дефекації.

9. Ізольований відрізок тонкої кишки вміщений у розчин Рінгера і сполучений з міографом. Поясніть, як зміняться криві моторики кишки, які можна записати, при додаванні до розчину адреналіну й ацетилхоліну.

10. Людина з'їла бутерброд з маслом. Поясніть, як змінюватимуться вжиті продукти за ходом просування їх травним трактом.

11. У процесі дослідження виявлено, що мікрофлора товстого кишечника дитини на 98 % складається з біфідобактерій. Поясніть, якому віку дитини це відповідає. Яка роль цих бактерій?

12. Одна дитина вигодовується грудним молоком, друга знаходиться на штучному вигодовуванні. Поясніть, у якої з них частіше випорожнення і чому.

13. У результаті обстеження з'ясовано, що частота випорожнення в однієї дитини 1–2 рази на добу, у другої — 2–3 рази, у третьої — 4–5 разів. Усі діти знаходяться на природному вигодовуванні. Поясніть, якого віку ці діти.

14. У немовляти після годування сталася регургітація молоком. Поясніть, чим зумовлене це явище.

15. Поясніть, який розчин швидше евакуюється зі шлунка — кислий або лужний.

16. У людини ферментне травлення у товстій кишці практично відсутнє, проте ця частина кишечника у багатьох наземних тварин добре розвинена. З чим пов'язана така особливість?

17. Собаці вводять до кишечника суміш кінцевих продуктів перетравлювання харчових речовин (мономери), що містяться в її раціоні. Чи буде таке живлення ефективнішим порівняно зі звичайним?

18. Глюкоза всмоктується з кишечника спільно з натрієм. Спеціальний білок-переносник зв'язується з молекулами глюкози та натрію і переносить їх через мембрану за градієнтом концентрації. На внутрішній поверхні мембрани переносник звільняється від них і повертається назад. Це механізм вторинно-активного транспорту глюкози. Поясніть, на що витрачається енергія АТФ у даному випадку.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Вказані продукти порівняно з іншими містять велику кількість клітковини, яка в організмі людини не засвоюється, але чинить сильну механічну дію на стінки шлунка і кишечника, сприяючи їх перистальтичним скороченням. Отже, у людини можуть спостерігатися явища атонії кишечника, тому необхідно посилити перистальтику.

2. За умов вертикального положення калові маси, що скупчилися за ніч у прямій кишці, починають тиснути на нижні, найбільш чутливі частини її ампули, що і викликає позив до дефекації.

3. Що більший градієнт тиску (механічний фактор) між шлунком і ДПК, то швидше евакуювався вміст пілоричної частини шлунка. Отже, якщо кишка порожня, то градієнт більший, евакуація відбувається швидше. Але коли порція хімусу потрапляє до кишки, градієнт тиску зменшується і евакуація сповільнюється. З хімічних факторів основними є соляна кислота і жир. З боку шлунка вони прискорюють евакуацію, з боку кишки — гальмують. Крім того, за умов потрапляння їх у кишку вони викликають вивільнення секретину і холецистокінін-панкреозиміну. Ці останні фактори, у свою чергу, стимулюють шлункову секрецію, але гальмують евакуацію.

4. Атропін блокує передачу в холінергічних синапсах. Вагус посилює моторику тонкого кишечника, тому блокада його синапсів викличе ослаблення моторної функції кишечника.

5. За умов денервації моторна функція кишечника посилюється, всмоктування води зменшується і спостерігається розрідження калу.

6. Швидкість перистальтики ізольованого від організму кишечника більша, ніж денервованого.

7. Так, оскільки глюкоза всмоктується у кишечника завдяки механізмам активного транспорту, навіть проти градієнта концентрації.

8. Спостерігатиметься мимовільне виділення калу.

9. Адреналін гальмує, а ацетилхолін збуджує моторну активність шлунка.

10. У порожнині рота — пережовування, подрібнення, змочування слиною, часткове розщеплювання вуглеводів хліба ферментами слини; у порожнині шлунка — продовження розщеплювання вуглеводів ферментами слини, часткове розщеплювання жиру вершкового масла, початкове розщеплювання рослинних білків; у тонкій кишці — остаточне розщеплювання білків, жиру і вуглеводів, всмоктування продуктів розщеплювання.

11. Велика кількість біфідобактерій міститься у кишечнику немовляти, що знаходиться на грудному вигодовуванні. Ці бактерії, створюючи кисле середовище, перешкоджають розмноженню патогенних мікроорганізмів, беруть участь у синтезі вітамінів, омилюють жири, сприяють всмоктуванню кальцію, заліза, вітаміну D.

12. Випорожнення частіше у дитини, яка вигодовується грудним молоком.

13. Частота випорожнення новонародженого 4–5 разів на добу, немовляти 2–3 рази, дитини 1 року і старше — 1–2 рази на добу. Такі показники характерні для дітей, що знаходяться на грудному вигодовуванні.

14. Дитина здорова. Регургітація у дітей раннього віку пов'язана з тим, що шлунок у них розташований більш горизонтально, вхід у нього широкий, а кардіальний сфінктер виражений слабо.

15. Коли частина кислого вмісту потрапляє до ДПК, рефлекторно закривається пілоричний сфінктер. Він залишиться закритим до тих пір, поки вміст кишки не набуде лужної реакції. Отже, кислий розчин евакуується порціями, тобто повільніше, ніж лужний.

16. Низький рівень ферментативної активності у товстому кишечнику виробився у ході еволюції і пов'язаний з тим, що хімул, який надходить сюди, містить уже дуже мало неперетравлених харчових речовин. Після виходу тварин на сушу первинного значення набула проблема збереження води. У товстому ж кишечнику всмоктується до 95 % води, що надійшла до нього (головним чином, із травних соками). При захворюванні на холеру, коли всмоктування води у товстому кишечнику різко порушується і починається профузний пронос, може настати смерть від зневоднення організму.

17. В ході еволюції у вищих тварин розвинулося два типи травлення — порожнинне, коли молекули харчових речовин розщеплюються під впливом ферментів кишкового соку у порожнині кишки, і пристінкове. Останнє відбувається у глікокаліксі на мікрворсинках. При цьому не просто утворюються кінцеві продукти перетравлювання, але і працює гідролізно-транспортний конвеєр, який забезпечує швидке всмоктування мономерів, що утворилися. За умов уведення ж готової суміші мономерів цей конвеєр не працюватиме. Крім того, частина мономерів може використовуватися бактеріями, а в глікокаліксі вони не потрапляють. Таким чином, за умов дослідження перетравлювання, а отже, і живлення будуть менш ефективними.

18. Глюкоза утворюється в результаті перетравлювання вуглеводів, і, поки воно не закінчилося, вміст глюкози у кишечнику поповнюватиметься.  $\text{Na}^+$  безпосередньо з травленням не пов'язаний, проте саме він є ключовим елементом у процесі всмоктування глюкози. В ході роботи переносників відбувається зміна градієнта концентрації натрію, яка поступово збільшуватиметься на внутрішній поверхні мембрани і зменшуватиметься — на зовнішній. Для відновлення вихідного градієнта завжди потрібна робота насоса. В даному випадку такий насос відкачує надлишок  $\text{Na}^+$  знову до порожнини кишечника, що дозволяє продовжувати роботу переносників. На роботу цього насоса і витрачається енергія.

## 12.6. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ФІЗІОЛОГІЇ СИСТЕМИ ТРАВЛЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Закріплення практичних навичок методів дослідження функціональних станів органів системи травлення, які використовуються з метою діагностики та лікування в клініці, — необхідна умова для практичної роботи лікаря.

*Мета заняття.* Знати:

1. Властивості та функції травних соків.
2. Методики дослідження функціональних станів органів системи травлення та їх клінічне застосування.

*Перелік практичних навичок із фізіології системи травлення:*

1. Дослідження полів смакової чутливості язика.
2. Дослідження порогів смакової чутливості.
3. Дослідження травної дії слини на крохмаль.
4. Якісна проба слини на вміст муцину.
5. Оцінка й аналіз результатів дослідження шлункового соку.
6. Дослідження емульгування жирів.
7. Побудова контуру регуляції процесів голоду і насичення.
8. Побудова контуру регуляції постійності складу поживних речовин у внутрішньому середовищі організму.
9. Пояснить:
  - Як і чому зміниться слиновиділення після введення людині атропіну?
  - Чому за умов підвищення кислотності шлункового соку рекомендують молочну дієту?
  - Як і чому зміниться секреція підшлункового соку за умов зменшення кислотності шлункового соку?
  - Як вплине на процес травлення зменшення вмісту жовчних кислот у жовчі? Чому?
  - Як і чому зміняться кількість і склад шлункового і підшлункового соку під час надходження до ДПК жирів?
  - Як і чому зміняться кількість і склад шлункового і підшлункового соку під час надходження до шлунка капустяного соку?
  - Способи збільшення моторної функції кишкового тракту. Дайте їх фізіологічну аргументацію.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. 45-річна жінка скаржиться на гіперпігментацію шкіри, зниження АТ. Які зміни смакової чутливості, швидше за все, спостерігатимуться у пацієнтки?

- A. Підвищення порога смакової чутливості
- B. Зниження порога смакової чутливості
- C. Порушення відчуття солодкого
- D. Порушення відчуття солоного
- E. Порушення відчуття гіркого

2. Смакові рецептори належать до:

- A. Барорецепторів
- B. Тактильних
- C. Іритантних
- D. Первинно-чутливих
- E. Вторинно-чутливих

3. Нюхові рецептори належать до:

- A. Барорецепторів
- B. Рецепторів вібрації
- C. Рецепторів розтягування
- D. Первинно-чутливих
- E. Вторинно-чутливих

4. У пацієнта спостерігається ушкодження волокон дев'ятої пари черепно-мозкових нервів. Який вид смакової чутливості буде знижений за цих умов?

- A. Відчуття гіркого
- B. Відчуття солодкого
- C. Відчуття солоного
- D. Відчуття кислого
- E. Всі види смакової чутливості

5. У пацієнта спостерігається ушкодження волокон сьомої пари черепно-мозкових нервів. Який вид смакової чутливості буде знижений за цих умов?

- A. Відчуття гіркого
- B. Відчуття солодкого
- C. Відчуття солоного
- D. Відчуття кислого
- E. Усі відповіді правильні, за винятком гіркого

6. Дендрити *ganglion inferius n. glossopharyngeus* формують синапси з рецепторами, що знаходяться на:

- A. Кінчику язика
- B. Корені язика
- C. Бічних поверхнях язика
- D. Краях язика
- E. Надгортаннику

7. Третій нейрон провідних шляхів смакового аналізатора розташований у:

- A. Довгастому мозку
- B. Варолієвому мосту
- C. Мозочку
- D. Таламусі
- E. Гіпоталамусі

8. Інтенсивність нюху залежить від:

- A. Хімічної структури пахучої речовини
- B. Концентрації пахучої речовини в повітрі
- C. Швидкості руху пахучої речовини крізь ніс
- D. Фізичного стану нюхових рецепторів
- E. Усі відповіді правильні

9. Кірковий центр смакового аналізатора розташований у:

- A. Задній центральній звивині
- B. Верхній скроневої звивині
- C. Супрамаргінальній звивині

D. Парагіпокампальній звивині

E. Середній лобовій звивині

10. Кірковий центр нюхового аналізатора розташований у:

- A. Задній центральній звивині
- B. Верхній скроневої звивині
- C. Парагіпокампальній звивині
- D. Супрамаргінальній звивині
- E. Середній лобовій звивині

### **Відповіді**

1.A, 2.E, 3.D, 4.A, 5.E, 6.B, 7.D, 8.E, 9.D, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю за програмою «Крок-1»**

1. Жири у ДПК емульгуює:

- A. Жовч
- B. Ліпаза
- C. Слиз
- D. Соляна кислота
- E. Жодна з них

2. Який фактор бере участь в активації панкреатичної ліпази?

- A. Трипсин
- B. Жовчні кислоти
- C. Соляна кислота
- D. Ентерокиназа
- E. Жоден з них

3. Який вплив на панкреатичну секрецію має подразнення симпатичних волокон, які іннервують підшлункову залозу?

- A. Різке підвищення секреції
- B. Підвищення секреції
- C. Зниження секреції
- D. Симпатичні волокна не впливають
- E. Різносторонній вплив

4. Яка основна роль гастрину?

- A. Активує ферменти підшлункової залози
- B. Перетворює в шлунку пепсиноген на пепсин
- C. Пригнічує секрецію шлункового соку
- D. Стимулює секрецію підшлункової залози
- E. Стимулює секрецію шлункового секрету

5. На перетравлювання яких харчових речовин особливо різко вплине порушення надходження жовчі до ДПК?

- A. Білків
- B. Вуглеводів
- C. Білків, жирів і вуглеводів
- D. Жирів
- E. Альбуміну плазми крові, жовчних кислот

6. Гормоном, що стимулює виділення підшлунковою залозою секрету, багатого на ферменти, є:

- A. Секретин
- B. Холецистокинін (панкреозимін)

- C. Ентерогастрон
- D. Ентерокіназа
- E. Адреналін

7. Якими переважно механізмами можна пояснити, що повне видалення ДПК супроводжується тяжкими розладами, аж до загибелі організму?

- A. Виключенням ентеринової гормональної системи
- B. Порушенням утворення глікокаліксу
- C. Атонією шлунка
- D. Припиненням надходження ферментів ДПК
- E. Антиперистальтикою

8. Які з наведених ферментів підшлункової залози не беруть участі у гідролізі білків?

- A. Карбоксипептидаза А
- B. Трипсин
- C. Хімотрипсин
- D. Амілаза, ліпаза
- E. Карбоксипептидаза В

9. Які з наведених нижче факторів викликають стимуляцію панкреатичної секреції?

- A. Подразнення блукаючого нерва
- B. Їжа
- C. Панкреозимін
- D. Холецистокінін
- E. Усі відповіді правильні

10. Які умови потрібні для активації трипсиногену?

- A. Наявність іонів  $Ca^{++}$
- B. Лужне середовище
- C. Усі відповіді правильні
- D. Наявність ентерокінази
- E. Усі відповіді неправильні

### Відповіді

1.A, 2.B, 3.C, 4.E, 5.D, 6.B, 7.A, 8.D, 9.E, 10.C.

### Ситуаційні завдання

1. Під час дослідження з діагностичною метою активності травних ферментів у пацієнта враховували такі показники: умови харчування, час доби, коли робили аналіз, фізичну витривалість. Поясніть, які з цих показників мають значення для оцінки отриманих даних, а які ні?

2. Поясніть, у чому полягає особливість вегетативної іннервації стравоходу, шлунка і кишечнику порівняно з іншими органами.

3. При обстеженні у людини виявлені нюхові галюцинації. Поясніть, з порушеннями функцій якої ділянки кори головного мозку можуть бути пов'язані такі зміни сприйняття.

4. Перетравлена в шлунку їжа надходить до ДПК через пілоричний сфінктер. Поясніть, що визначає відкриття і закриття пілоричного сфінктера.

5. За умов дослідження шлункового соку, взятого натщесерце, виявлені крохмальні зерна, краплі жиру, велика кількість дріжджових грибків. Поясніть, про що це може свідчити.

6. У 40-річної людини, що страждає на захворювання шлунка, під час копрологічного дослідження виявлено таке: кількість калу більша за норму, колір світло-коричневий, реакція лужна. Під мікроскопом помітна значна кількість слабо перетравлених м'язових волокон, окремі сполучнотканинні волокна, невелика кількість крохмальних зерен. Поясніть, за якої кислотності шлунка може спостерігатися подібна картина.

7. Поясніть, яка з названих нижче речовин за умов введення в кров спричинює рясну секрецію шлункового соку: ентерогастрин, адреналін, атропін, гістамін. Поясніть механізм її дії.

8. У собаки сформований маленький шлуночок за Павловим. Поясніть, які фази шлункової секреції ви можете дослідити у цього собаки.

9. Поясніть, чи правильно розставлені значення МП на апікальному і базальних кінцях секреторної клітини за різних умов. У стані спокою: на апікальному кінці секреторної клітини — 31 мВ, на базальному — 33 мВ. У стані збудження: на апікальному кінці секреторної клітини — 56 мВ, на базальному — 56 мВ.

10. Собаці з ізольованим маленьким шлуночком дали їжу. Секреція у шлуночку почалася за 40 хв. Поясніть, яка хірургічна методика використана для формування маленького шлуночка. Який механізм збудження шлункових залоз у даному досліді?

11. За умов дослідження загальної кислотності шлункового соку в різних пробах виявлені такі його показники: 30; 50; 6; 15 одиниць. Якому віку дітей вони можуть відповідати за нормальних умов?

12. При дослідженні шлункового соку глобуліни жіночого молока, що були додані до нього, не розщепилися. Поясніть, якому віку дитини відповідає даний шлунковий сік, з чим пов'язане це явище, яке воно має значення для організму дитини.

13. У міру росту дитини місткість її шлунка збільшилася в 10 разів порівняно з об'ємом шлунка новонародженого. Поясніть, в якому віці це відбувається. Скільки мілілітрів рідини може вмещати шлунок цієї дитини?

14. При дослідженні шлункового соку його розділили на дві пробірки і додали молоко. У першій пробірці розщепилося 25 % жирів молока, в другій — значно менше. Поясніть, в якій з пробірок міститься шлунковий сік немовляти. Який фермент здійснює даний гідроліз і чим він активується?

15. Під час обстеження виявлено такі показники вільної НСІ шлункового соку: 16–20 од., 6–10 од., 0,8–5 од. Поясніть, якому віку відповідають указані показники.

16. Під час обстеження у пацієнта у шлунковому соку виявлена достатня кількість ферментів, проте перетравлювання їжі не відбувається. Поясніть, в яких випадках можливе дане явище.

17. У собаки в досліді з мінімальним годуванням певним об'ємом їжі досліджують кількість виділеного соку. Поясніть, як зміниться секреція шлункового соку після видалення пілоричного відділу шлунка.

18. Поясніть, з якою метою деяким хворим із виразковою хворобою шлунка роблять селективну ваготомію.

19. У пілоричній частині шлунка соляна кислота не виділяється, оскільки тут відсутні обкладкові клітини. Поясніть, у чому фізіологічний сенс цієї особливості.

20. Існують різні методи дослідження функції шлунка. Поясніть, який з сучасних методів дослідження найповніше дозволяє визначити секреторну і моторну функції шлунка.

21. У вмісті шлунка людини і тварин присутні різні ферменти. Але у жуйних тварин, наприклад у корови, у рубці (частина шлунка) ферментів немає. Поясніть фізіологічний сенс даного явища.

22. Поясніть, в якому стані знаходиться пілоричний сфінктер, якщо у ДПК підвищився тиск.

23. Під час експериментального дослідження собаці зробили операцію, після якої він став відмовлятися від м'ясної їжі. Поясніть, у чому полягала операція.

24. Поясніть, чи можлива наявність соляної кислоти (HCl) у слині тварини.

25. У слині жаб міститься амілаза. Але жаба є хижаком, в її їжі відсутній крохмаль. Поясніть, навіщо ж тоді їй потрібен цей фермент.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Активність ферментів може виявитися змінною у зв'язку із захворюванням або залежно від певних фізіологічних факторів. Так, на ній можуть позначитися особливості харчування або особливості добових ритмів. Відомості ж про фізичну витривалість можуть бути корисними для оцінки стану міокарда, а в даному випадку не мають значення.

2. У стінках перерахованих органів закладені нервові сплетення, які утворюють метасимпатичну систему. Вона має високу автономію та забезпечує додаткову регуляцію діяльності травного тракту.

3. Спостережувані галюцинації можуть бути пов'язані з порушенням функції нейронів грушоподібної звивини, в якій знаходиться кірковий центр нюхового аналізатора.

4. Відкриття і закриття пілоричного сфінктера визначається процесом травлення у шлунку. Відкриття сфінктера відбувається під дією перетравленого у шлунку харчового субстрату, який впливає на механо- і хеморецептори пілоричної частини шлунка. За умов достатнього надходження харчового субстрату в ДПК відбувається закиснення її вмісту у відповідь на закриття сфінктера.

5. Про застій їжі у шлунку (стеноз воротаря, ослаблення моторики), який супроводжується зниженням секреторної активності шлункових залоз.

6. За умов різкого зниження кислотності і порушення перетравлювання їжі в шлунку.

7. Гістамін. Завдяки активації H-рецепторів.

8. Усі три фази.

9. У стані спокою ацинус не збуджений, відповідно спостерігається різниця потенціалів на апікальному і базальних кінцях клітини. У стані збудження величина потенціалів показана невірно. За умов збудження апікальний кінець гіперполяризується менше, ніж базальний. Різниця потенціалів між базальним і апікальним кінцями клітини сприяє руху гранул секрету до апікального кінця.

10. У собаки зроблений маленький шлуночок за Гейденгайном. Залози цього шлуночка збуджуються за рахунок гуморальних факторів, оскільки він денервований.

11. З віком загальна кислотність шлункового соку зростає від 4–10 одиниць у новонародженого до 40–60 у підлітків 7–12 років.

12. Пепсин шлункового соку новонароджених дітей не діє на глобуліни. Тому вони в суцільному вигляді можуть всмоктуватися з молока матері, забезпечуючи імунітет дитини грудного віку до різних інфекцій.

13. У дитини віком 1 рік місткість шлунка збільшується в 10 разів порівняно з новонародженим. Шлунок новонародженого вміщує 30–35 мл, шлунок дитини віком 1 рік — 250–300 мл.

14. У першій пробірці — шлунковий сік немовляти, що містить фермент ліпокіназу, яка активує ліпазу грудного молока. У дітей старшого віку і дорослих ліпокінази у шлунковому соку немає, і жири в шлунку розщеплюються мало.

15. З віком вільна кислотність шлункового соку зростає. Отже, 0,8–5 од. у новонародженого, 6–10 од. — у 1–4 роки, 16–20 од. — у 7–12 років.

16. Для нормальної активності ферментів необхідні оптимальна температура, рН, доступність субстрату. Вочевидь, у даному випадку якийсь з цих факторів відсутній. У шлунку найчастіше дана ситуація може бути пов'язана зі зниженням концентрації соляної кислоти.

17. Секреція за умов мінімального годування відбувається за рахунок мозкової фази. За цих умов, зокрема, у пілоричній частині шлунка виділяється гастрин, який стимулює шлункову секрецію, тому після резекції пілоруса секреція за умов мінімального годування зменшиться.

18. Перерізання блукаючого нерва зменшує секрецію соляної кислоти і ферментів шлункового соку, що запобігає дії соляної кислоти на вкриті виразками ділянку шлунка і прогресуванню процесу.

19. Основні процеси, що відбуваються в пілоричній частині: виділення гастрину і перехід хімусу у ДПК. На обидва ці процеси впливає соляна кислота, яка надходить разом із харчовими масами.

20. Гастроскопія. За допомогою зонда з волоконною оптикою можна візуально спостерігати всі відділи шлунка, їх скоротливу активність, виявити захворювання, визначити рН шлунково-

го соку. За необхідності взяти для дослідження шлунковий сік і мікропробу тканини, записати і проглянути на моніторі побачену картину стану шлунка.

21. Жуйні тварини є травоядними. Разом із травною до шлунка жуйних надходить величезна кількість бактерій і найпростіших. Їх загальна маса в організмі може доходити до сьомої частини від маси всього тіла. Для їх кращого розмноження у ході еволюції у рубці шлунка утворилося сприятливе середовище — оптимальна величина рН і відсутність ферментів. У результаті мікроби інтенсивно розмножуються, а потім перетравлюються у подальших відділах ШКТ.

22. При підвищенні тиску у ДПК пілоричний сфінктер закривається за рахунок рефлексу, що виникає з механорецепторів кишки.

23. Речовини, які всмоктуються у кишечнику після перетравлювання м'ясної їжі, у нормі всмоктуються у ворітну вену і проходять через печінку, де відбувається дезінтоксикація шкідливих продуктів. Якщо зробити операцію Екка — сполучення ворітної вени з порожнистою в обхід печінки, то тварина почне погано переносити м'ясу їжу і відмовлятиметься від неї.

24. Настільки сильний фактор, як соляна кислота, потрібний для дії на грубі структури їжі. Деякі хижакі, аби дістатися до здобичі, розташованій у мушлі, розчиняють її слиною, що містить соляну кислоту.

25. Аналогом крохмалю рослин у тварин є глікоген. Він міститься у тілах жертв жаб і гідролізується амілазою слини.

## Глава 13. СИСТЕМА ВИДІЛЕННЯ

### Конкретні цілі:

1. Пояснювати поняття системи виділення і механізми регуляції гомеостазу з її участю на основі аналізу констант — ОЦК, концентрації іонів, осмотичного тиску, кислотно-лужного стану.

2. Робити висновки про стан процесів, які лежать в основі утворення сечі у нирках, на основі аналізу кліренсу — швидкості фільтрації в клубочках, секреції та реабсорбції речовин і води у різних відділах нефрону.

3. Аналізувати стан системи виділення у людини на підставі кількісного й якісного складу сечі, її відносної щільності у динаміці залежно від харчового і питного режимів.

4. Аналізувати регульовані показники гомеостазу і робити висновки про механізми регуляції їх за участі нирок.

5. Аналізувати вікові особливості функцій системи виділення і механізми їх регуляції.

6. Пояснювати фізіологічні основи дослідження видільної функції нирок — швидкості клубоч-

кової фільтрації, процесів секреції та реабсорбції речовин у нефронах, величин ниркового кровотоку і плазматому, динаміки добового діурезу та щільності сечі.

## 13.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ. РОЛЬ НИРОК У ПРОЦЕСАХ ВИДІЛЕННЯ. МЕХАНІЗМ СЕЧОУТВОРЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів сечоутворення необхідне для розуміння функціонування системи виділення за умов різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у органах і тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми сечоутворення.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану органів сечовидільної системи.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Система виділення, її функції. Особливості ниркового кровотоку.

2. Органи виділення — нирки, легені, шкіра, ШКТ.

3. Будова і функції структурно-функціональної одиниці нирок — нефрону.

4. Механізми і швидкість фільтрації у клубочках, кількість і склад первинної сечі.

5. Механізми реабсорбції у канальцях.

6. Поворотно-протиточно-множинна система та її фізіологічна роль.

7. Секреторні процеси у проксимальних, дистальних канальцях і збиральних трубочках.

8. Кількість і склад кінцевої сечі.

9. Фізіологічні основи дослідження функцій нирок — кліренсу, швидкості фільтрації, реабсорбції, секреції, величини ниркового плазматому і кровотоку.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалуйте схему нефрону і позначте його структурні елементи.

2. Опишіть кількість і склад первинної та кінцевої сечі.

3. Перелічіть основні процеси сечоутворення.

4. Намалуйте схему поворотного-протиточно-множинної системи.

5. Перерахуйте методи оцінки функції нирок.

6. Напишіть нормальні показники проб Зимницького, Нечипоренка, Каковського — Аддіса і Амбурже.

*Програма практичної роботи на занятті:* розрахувати швидкість фільтрації у клубочках, величину реабсорбції води у нефроні та оцінити результати проб за Зимницьким, Нечипоренком, Каковським — Аддісом і Амбурже, використовуючи матеріали навчального відеофільму. Зробити висновок.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Гідростатичний тиск крові у капілярах клубочка 55 мм рт. ст., онкотичний тиск плазми — 30 мм рт. ст., концентрація глюкози у плазмі — 15 ммоль/л, денний діурез — 2,5 л. Збільшення діурезу є наслідком зменшення:

- A. Швидкості клубочкової фільтрації
- B. Ізоосмотичної реабсорбції води
- C. Онкотичного тиску плазми
- D. Канальцевої секреції
- E. Ефективного фільтраційного тиску

2. Кліренс інуліну дорівнює 110 мл/хв. У жінки з поверхнею тіла 1,73 м<sup>2</sup> це свідчить про нормальну швидкість:

- A. Клубочкової фільтрації
- B. Канальцевої секреції
- C. Канальцевої реабсорбції
- D. Ниркового кровообігу
- E. Ниркового плазмобігу

3. рН артеріальної крові 7,4; первинної сечі — 7,4; кінцевої сечі — 5,8. Зменшення рН кінцевої сечі — причина секреції у канальцях нефрону однієї з перерахованих речовин:

- A. Калію
- B. Йоду
- C. Сечовини
- D. Водню
- E. Креатину

4. В експерименті виявили, що тиск крові у капілярах клубочка 47 мм рт. ст., тиск сечі у капсулі нефрону — 10 мм рт. ст., онкотичний тиск первинної сечі — 0 мм рт. ст. Визначіть, за якої величини онкотичного тиску плазми зупиниться клубочкова фільтрація?

- A. 57 мм рт. ст.
- B. 47 мм рт. ст.
- C. 37 мм рт. ст.
- D. 27 мм рт. ст.
- E. 10 мм рт. ст.

5. Кліренс інуліну на площу стандартної поверхні у людини 125 мл/хв. Концентрація глюкози у крові 4,5 ммоль/л, глюкозурія, діурез збільшений. Причиною змін є порушення функцій:

- A. Клубочків
- B. Проксимальних канальців
- C. Низхідного відділу петлі Генле
- D. Висхідного відділу петлі Генле
- E. Дистальних канальців

6. Реабсорбція глюкози здійснюється шляхом вторинного активного транспорту в одному з таких відділів нефрону:

- A. Проксимальних канальців
- B. Низхідного відділу петлі Генле
- C. Висхідного відділу петлі Генле
- D. Дистальних канальців
- E. Збиральних трубочках

7. У капсулу Шумлянського — Боумена профільтрувалося за 1 хв 125 мл плазми крові,

кінцевої сечі утворилося 1 л. Визначити, в якому з відділів нефрону реабсорбується 2/3 води за осмотичним градієнтом:

- A. Збиральних трубочках
- B. Низхідному відділі петлі Генле
- C. Висхідному відділі петлі Генле
- D. Проксимальних канальцях
- E. Дистальних канальцях

8. Пацієнтові призначено антибіотик пеніцилін. В якому з відділів відбуваються його секреція і виділення з організму?

- A. Проксимальних канальцях
- B. Низхідному відділі петлі Генле
- C. Висхідному відділі петлі Генле
- D. Дистальних канальцях
- E. Збиральних трубочках

9. В експерименті заблокували процеси енергетворення в епітелії канальців нефрону, внаслідок чого діурез збільшився у 4 рази. Причиною збільшення діурезу є первинне зменшення реабсорбції:

- A. Калію
- B. Натрію
- C. Кальцію
- D. Глюкози
- E. Фосфатів

10. Під час дослідження виділення нирками низькомолекулярної речовини виявили, що її кліренс більший, ніж кліренс інуліну. Які процеси у нефроні зумовлюють виділення цієї речовини?

- A. Клубочкова фільтрація
- B. Секреція у канальцях
- C. Секреція у збиральних трубочках
- D. Секреція у петлі Генле
- E. Клубочкова фільтрація та секреція канальців

### Відповіді

1. B, 2. A, 3. D, 4. C, 5. B, 6. A, 7. D, 8. A, 9. B, 10. E.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Кліренс інуліну є показником:

- A. Канальцевої секреції
- B. Канальцевої реабсорбції
- C. Клубочкової фільтрації
- D. Усіх указаних функцій нефрону
- E. Ниркового плазмостоку

2. Чому дорівнює об'єм клубочкової фільтрації, якщо концентрація інуліну в сечі 2 мг%, концентрація інуліну в плазмі — 0,02 мг%, хвилинний діурез — 1,0 мл?

- A. 260 мл/хв
- B. 0,04 мл/хв
- C. 400 мл/хв
- D. 100 мл/хв
- E. 300 мл/хв



3. Кліренс парааміногіпурової кислоти є показником:

- A. Клубочкової фільтрації
- B. Канальцевої реабсорбції
- C. Усіх функцій нефрону
- D. Ниркового плазмотоку
- E. Канальцевої секреції

4. Яка величина ниркового кровотоку, якщо нирковий плазмотік, визначений за кліренсом парааміногіпурової кислоти, дорівнює 650 мл/хв, а показник гематокриту — 50 %?

- A. 2600 мл/хв
- B. 325 мл/хв
- C. 1300 мл/хв
- D. 32 500 мл/хв
- E. 3000 мл/хв

5. Яка кількість первинної сечі реабсорбується у канальцях нирок за 1 хв, якщо кліренс інуліну дорівнює 130 мл/хв, а хвилиний діурез становить 2 мл?

- A. 260 мл/хв
- B. 128 мл/хв
- C. 132 мл/хв
- D. 520 мл/хв
- E. 256 мл/хв

6. Поворотно-протиточно-множинна система нирок забезпечує:

- A. Розведення сечі та підвищення виведення води з організму
- B. Процес кровотворення
- C. Клубочкову фільтрацію
- D. Процес згортання крові
- E. Концентрацію сечі та збереження води в організмі

7. Гідростатичний тиск крові у капілярах клубочка найближчий до значення:

- A. 10 мм рт. ст.
- B. 70 мм рт. ст.
- C. 35 мм рт. ст.
- D. 120 мм рт. ст.
- E. 200 мм рт. ст.

8. Ультрафільтрат клубочка має склад, найближчий до складу:

- A. Кінцевої сечі
- B. Суцільної артеріальної крові
- C. Суцільної венозної крові
- D. Плазми крові
- E. Плазми крові та кінцевої сечі

9. Яка сеча утворюється за умов антидіурезу?

- A. Гіпотонічна
- B. Нормотонічна
- C. Гіпертонічна
- D. Ізоосмолярна
- E. Ізоосмолярна і нормотонічна

10. Яка сеча утворюється за умов водного діурезу?

- A. Гіпотонічна
- B. Гіпертонічна

C. Нормотонічна

D. Ізоосмолярна

E. Ізоосмолярна і гіпотонічна

### Відповіді

1.C, 2.D, 3.D, 4.C, 5.B, 6.E, 7.B, 8.D, 9.C, 10.A.

### Ситуаційні завдання

1. Виносна артеріола у нирках, яка отримує кров з капілярів клубочка, має менший діаметр, ніж приносна артеріола, що доставляє кров у клубочок. Поясніть, у чому полягає фізіологічний сенс цієї анатомічної відмінності. Що сталося б, якщо співвідношення діаметрів даних судин змінилося на протилежне?

2. У процесі обстеження виявлено, що у плазмі крові знаходяться: речовина А, яка у нирках здатна лише до процесів фільтрації; речовина В, яка у нирках фільтрується і потім реабсорбується; речовина С, яка в нирках фільтрується і секритується. Поясніть:

1) У якій з вказаних речовин нирковий кліренс імовірно найменший, а в якій найбільший?

2) Яка з речовин швидше виводитиметься з плазми крові?

3. Поясніть, якщо концентрація фармакологічного препарату, наприклад антибіотика, повинна підтримуватися у плазмі крові на постійному рівні, який нирковий кліренс — високий або низький — повинен бути у даного препарату?

4. Під час обстеження виявлено, що речовина А має нирковий кліренс 56 %, речовина В — 99 %. Поясніть:

1) Яку з даних речовин можна застосувати для оцінки величини ниркового кровотоку?

2) Який ще показник необхідно знати для розрахунку ниркового кровотоку?

3) Яка об'ємна швидкість кровотоку через нирки?

5. Поясніть, як встановити, чи можна використовувати нову синтезовану речовину для визначення коефіцієнта очищення у нирках.

6. Під час аналізу рідини, отриманої за допомогою мікропункції з порожнини капсули Шумлянського, в ній виявлений білок. Поясніть, чи можливе таке явище у нормі.

7. Розрахуйте, чому дорівнює фільтраційний тиск у клубочку, якщо тканинний тиск становить 36 мм рт. ст., а кількість білка у крові відповідає нормі.

8. У процесі експерименту у тварини виконана декапсуляція нирки. Поясніть, як це вплине на процес сечоутворення.

9. Під час дослідження виявлено, що вміст білка у крові знизився до 5 %. Поясніть, яких змін у сечоутворенні можна чекати за цих умов.

10. Відомо, що у висхідному коліні петлі Генле відбувається зворотне всмоктування (води, натрію), а в низхідному — зворотне всмоктування (води, натрію). Викресліть непотрібні слова серед позначених курсивом.

11. Поясніть, які з наведених нижче речовин потрапляють у сечу в результаті фільтрації, а які — в результаті каналцевої секреції: сечовина, пеніцилін, сечова кислота, уробілін, бікарбонати, фосфати, глюкоза, аміак, гіпурова кислота, інулін, іони натрію, іони калію, іони кальцію, креатинін, альбумін.

12. Дитині 10 днів. Майже кожної години їй доводиться міняти пелюшки. Поясніть, чи нормально це.

13. Під час обстеження виявлено, що добова кількість сечі в одній дитини 0,75 л, в другій — 0,33 л, у третьій — 1,5 л, у четвертій — 1 л. Поясніть, якому віку в нормі відповідають такі показники.

14. Під час обстеження отримані такі аналізи сечі:

А) Добовий діурез 4000 мл, питома вага сечі 0,9, реакція слабокисла, вміст сечовини 0,4 г, органічних речовин 2,0 г.

В) Добовий діурез 2000 мл, питома вага сечі 1,001, реакція слабокисла, вміст сечовини 2,0 г, органічних речовин 10,0 г.

С) Добовий діурез 1500 мл, питома вага сечі 1,012, реакція лужна, вміст сечовини 30,0 г, органічних речовин 35,0 г.

Д) Добовий діурез 500 мл, питома вага сечі 1,050, реакція кисла, вміст сечовини 30,0 г, органічних речовин 5,0 г.

Поясніть, показники якого з вказаних аналізів сечі відповідають нормі.

15. За перші 4 год після надходження людини до клініки у неї виділилося 50 мл сечі, за наступні 4 год — 80 мл, надалі у наступні чотиригодинні проміжки — 100, 160 і 100 мл відповідно. В який час доби надійшла людина до клініки?

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. У ниркових клубочках перебігає перша стадія утворення сечі — фільтрація. Важливу роль за цих умов відіграє величина кров'яного тиску. Вужча виносна судина створює додатковий опір і тому в капілярах клубочка тиск підвищується, що сприяє фільтрації. За умов зворотного співвідношення діаметрів судин тиск підвищувався би перед приносячою судиною і після її подолання кров приходила б у клубочок зі зниженим тиском. Утворення сечі різко знизилося б. Тому склеротичне переродження приносячих судин вельми небезпечно для нирок.

2. Нирковий кліренс — це гіпотетичний об'єм плазми, з якого нирка за одиницю часу повністю видаляє яку-небудь речовину. Кліренс тим вищий, чим більше речовини, що міститься у крові, переходить у сечу.

1) Найбільше кров очищуватиметься від речовини, яка фільтрується, не реабсорбується і секретується (речовина С), найменше — від тієї, що фільтрується і реабсорбується (речовина В).

2) Найшвидше плазма крові очищується від речовини, що має високий нирковий кліренс (у даному випадку — речовина С).

3. У даного препарату має бути низький нирковий кліренс.

4. 1) Кліренс, який дорівнює 99 %, свідчить про те, що плазма крові практично повністю очищується від речовини, проходячи через нирки, тобто кліренс дорівнює величині плазмотоку. Такою речовиною є парааміногіпурова кислота, яка вільно фільтрується, секретується за допомогою переносника органічних кислот у проксимальних каналцях, але не реабсорбується.

2) Для розрахунку ниркового кровотоку необхідно знати ще і величину гематокриту.

3) Крізь нирки проходить близько 20 % об'ємного кровотоку, тобто близько 1 л/хв.

5. Головна вимога — речовина має бути безпороговою, тобто не піддаватися у процесі утворення сечі ні реабсорбції, ні секреції. Аби встановити це, потрібно порівняти ефекти, отримані за умов введення одній і тій самій тварині в ідентичних умовах даної речовини і відомої безпорогової речовини (наприклад інуліну). Якщо будуть отримані ідентичні результати, то речовина є безпороговою і може бути використана. Якщо коефіцієнт очищення більший, ніж в інуліну, це означає, що речовина додатково до фільтрації секретується в порожнину каналців. А якщо коефіцієнт менший, ніж в інуліну, це означає, що частина речовини реабсорбується з каналців. У обох цих випадках речовина не підходить для використання з метою визначення коефіцієнта очищення.

6. Можливе. Ендотелій клубочкових капілярів пропускає частки до 100 Å, отже, білки, молекулярна маса яких менше 70–80 тис. (альбумін), можуть проходити у первинну сечу. У каналцях вони піддаються зворотному всмоктуванню.

7. Фільтраційний тиск дорівнює гідростатичному тиску у капілярах клубочка (70 мм рт. ст.) мінус тканинний тиск (36 мм рт. ст.) і онкотичний тиск білків плазми (24 мм рт. ст.). У даному випадку фільтраційний тиск дорівнює 10 мм рт. ст.

8. За умов декапсуляції нирок падає тканинний тиск, отже, фільтраційний зростає, і фільтрація збільшується. На цьому базується використання операції декапсуляції нирки за умов порушень ниркової фільтрації.

9. За умов зменшення кількості білка у крові падає онкотичний тиск крові, зростає фільтраційний тиск, швидкість фільтрації води у нирках збільшується. Проте кількість сечі може і не зростати, оскільки частина води з судин потрапляє у тканини поза нирками (набряки).

10. У висхідному коліні петлі Генле відбувається зворотне всмоктування натрію, а в низхідному — води.

11. Фільтруються: інулін, бікарбонати, сечовина, сечова кислота, уробілін, фосфати, глюкоза, аміак, іони калію і натрію,  $\text{Ca}^{2+}$  альбумін, креатинін. У результаті каналцевої секреції в сечу виділяються: сечовина, пеніцилін, аміак, гіпурова кислота.

12. Нормально, оскільки у перші 2 тиж. після народження у дитини частота сечовипускань доходить до 20–25 разів на добу.

13. Добовий об'єм сечі у дитини віком 1 міс. близько 0,33 л, 1 рік — 0,75 л, 4–5 років — 1 л, 10 років — 1,5 л.

14. Аналіз С відповідає нормі.

15. Людина надійшла до клініки вночі.

### 13.2. РЕГУЛЯЦІЯ ФУНКЦІЙ НИРОК

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів регуляції функцій нирок необхідне для розуміння процесів функціонування системи виділення за різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у органах і тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми регуляції функцій нирок.
2. Роль факторів нервової та гуморальної регуляції у процесах функціонування нирок.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Види регуляції функцій нирок.
2. Фактори, що регулюють фільтрацію у клубочках та її швидкість.
3. Механізми регуляції ниркової реабсорбції.
4. Регуляція секреторних процесів у канальцях і збиральних трубочках.
5. Рефлекс сечовипускання і фактори його регуляції.
6. Зміни сечоутворення і сечовиділення відносно віку.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перерахуйте види регуляції функцій нирок.
2. Вкажіть фактори, що змінюють швидкість фільтрації у ниркових клубочках.
3. Перерахуйте механізми, що посилюють і ослаблюють ниркову реабсорбцію.
4. Механізми, що збільшують і ослаблюють секрецію.
5. Намалуйте рефлекторну дугу сечовипускання.

*Програма практичної роботи на занятті:* побудова контуру регуляції процесу сечовипускання. Складіть і занесіть до протоколу схему контуру регуляції сечовиділення. Зробіть висновки, враховуючи нижчезказане.

За умов регуляції процесу сечовипускання негативні та позитивні зворотні зв'язки взаємодіють, що забезпечує ефективне здійснення даного регуляторного процесу. Під час нагромадження у міхурі певної кількості сечі він поступово розтягується. Міра цього розтягування сприймається рецепторами (вимірювальний елемент), що знаходяться у стінках сечового міхура. Збудження від рецепторів передається у крижовий відділ спинного мозку, де знаходиться центр (елемент, що управляє) рефлексу сечовипускання, і, якщо не відбувається довільне (свідоме) гальмування рефлексу (яке теж має свої межі), то сфінктер розслаблюється і починається скорочення гладких м'язів міхура. У цьому виявляється дія негативного зворотного зв'язку — він не дозволяє міхуру розтягуватися понад певний рівень. Чому ж спорожнення міхура не припиняється, як тільки

розтягування його стінок зменшиться після виходу першої ж порції сечі? Дійсно, негативний зворотний зв'язок сприяє утриманню регульованої величини на певному рівні. У деяких випадках цього достатньо. Наприклад, за умов підтримання постійності АТ, температури тіла, осмотичного тиску крові і т. ін. Але в даному випадку, якби в процесі регуляції роботи сечового міхура брав участь лише негативний зворотний зв'язок, це призвело би до того, що міхур був весь час наповнений певною кількістю сечі. За умов збільшення цієї кількості надлишок викидався би за рахунок скорочення м'язів міхура, але воно відразу б припинилося, як тільки розтягування стінок зменшиться до заданого рівня. Таким чином, негативний зворотний зв'язок запобігає перерозтягненню міхура, але не може забезпечити швидкий перехід до нового стану — повного спорожнення. Коли сеча потрапляє до сечовипускального каналу, він розтягується, подразнюються закладені у його стінках рецептори. Виникаючі імпульси стимулюють центр сечовипускання, який змушує м'язи сечового міхура продовжувати скорочуватися. Таким чином, проходження сечі сечовипускальним каналом приводить до скорочення м'язів міхура, а це, у свою чергу, сприяє подальшому викиду сечі до каналу і продовженню розтягування його стінок. Скорочення м'язів сечового міхура приводить до проходження сечі сечовипускальним каналом і розтягування його стінок, що стимулює подальше скорочення м'язів міхура. Це прояв позитивного зворотного зв'язку.

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Концентрацією яких іонів переважно зумовлений осмотичний тиск плазми?
  - A. Іонами  $\text{Ca}^{++}$
  - B. Іонами  $\text{K}^+$
  - C. Іонами  $\text{Na}^+$
  - D. Іонами  $\text{Cl}^-$
  - E. Фосфат-іонами
2. Де синтезується альдостерон?
  - A. Мозковою речовиною надниркових залоз
  - B. Корою надниркових залоз
  - C. Задньою часткою гіпофіза
  - D. Передньою часткою гіпофіза
  - E. Мозковою речовиною нирок
3. Виділення реніну в клітинах юкстагломерулярного апарату збільшується за умов:
  - A. Зменшення ниркового кровотоку і зниження рівня натрію у плазмі
  - B. Звуження виносної судини клубочка
  - C. Підвищення рівня натрію у плазмі
  - D. Збільшення ОЦК
  - E. Збільшення ниркового кровотоку і підвищення рівня натрію у плазмі
4. Передсердний натрійуретичний гормон:
  - A. Виділяється у правому передсерді
  - B. Розширює ниркові артерії

- C. Зменшує реабсорбцію натрію у нирках
- D. Зменшує виділення альдостерону
- E. Усі відповіді вірні

5. За наявності антидіуретичного гормону (АДГ) найбільша фракція первинної сечі реабсорбується у:

- A. Проксимальному звивистому каналю
- B. Петлі Генле
- C. Дистальному звивистому каналю
- D. Збиральній трубочці кіркового шару
- E. Збиральній трубочці мозкового шару

6. Яка з перерахованих структур є місцем дії альдостерону?

- A. Клубочок
- B. Проксимальний каналець
- C. Тонка частина петлі Генле
- D. Збиральна трубочка кіркового шару
- E. Усі перераховані структури

7. Затримка  $\text{Na}^+$  і гіпертензія за умов зниженого або нормального рівня альдостерону в плазмі (синдром Лідла) пов'язані з мутацією гена, відповідального за:

- A. Альдостеронсинтетази
- B. Внутрішньонаправлені канали  $\text{K}^+$
- C.  $11\text{-}\beta$ -гідроксилазу
- D.  $\text{V}_2$ -рецептори
- E.  $\text{Na}^+$ -епітеліальний канал

8. Як діє паратгормон на каналцеву реабсорбцію?

- A. Знижує реабсорбцію фосфору
- B. Знижує реабсорбцію  $\text{Na}^+$
- C. Знижує реабсорбцію  $\text{HCO}_3^-$
- D. Збільшує реабсорбцію  $\text{Ca}^{++}$
- E. Усі відповіді вірні

9. Як діє кальцитонін на каналцеву реабсорбцію?

- A. Знижує реабсорбцію фосфору
- B. Знижує реабсорбцію  $\text{Na}^+$
- C. Знижує реабсорбцію  $\text{Cl}^-$
- D. Знижує реабсорбцію  $\text{Ca}^{++}$
- E. Всі відповіді вірні

10. Як діє АДГ на каналцеву реабсорбцію?

- A. Збільшує реабсорбцію води
- B. Знижує реабсорбцію води
- C. Не впливає на реабсорбцію води
- D. Знижує, потім збільшує реабсорбцію води
- E. Всі відповіді вірні

### Відповіді

1.C, 2.B, 3.A, 4.E, 5.A, 6.D, 7.E, 8.E, 9.E, 10.A.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Які гормони впливають на активний транспорт  $\text{Na}^+$  і  $\text{Cl}^-$  у системі каналців нефрону?

- A. Альдостерон
- B. Атріопептид

- C. Прогестерон
- D. АДГ
- E. Усі перераховані

2. За відсутності АДГ найбільша фракція первинної сечі реабсорбується у:

- A. Проксимальному звивистому каналю
- B. Петлі Генле
- C. Дистальному звивистому каналю
- D. Збиральній трубочці кіркового шару
- E. Збиральній трубочці мозкового шару

3. Як діє альдостерон на каналцеву реабсорбцію?

- A. Збільшує реабсорбцію  $\text{Na}^+$
- B. Збільшує реабсорбцію води
- C. Знижує реабсорбцію  $\text{K}^+$
- D. Знижує реабсорбцію  $\text{H}^+$
- E. Усі відповіді вірні

4. Які гормони підвищують проникність мембран дистальних відділів нефрону для води?

- A. АДГ
- B. Пролактин
- C. Хоріонічний гонадотропін
- D. Прогестерон
- E. Усі перераховані

5. За якого рівня наповнення сечового міхура виникає стійкий позив до сечовипускання у дорослої людини в нормі?

- A. 10–50 мл
- B. 50–100 мл
- C. 100–150 мл
- D. 200–250 мл
- E. Не залежить від наповнення

6. Які гормони впливають на кровотік прямими судинами мозкової речовини нирок?

- A. Ангіотензин<sub>2</sub>
- B. Кініни
- C. Простагландини
- D. АДГ
- E. Всі перераховані

7. Рецептори рефлексу сечовипускання у сечовому міхурі належать до:

- A. Хеморецепторів
- B. Терморецепторів
- C. Барорецепторів
- D. Пропріорецепторів
- E. Усіх перерахованих

8. Які гормони впливають на чутливість клітинних рецепторів до вазопресину?

- A. Паратирин
- B. Кальцитонін
- C. Простагландини
- D. Альдостерон
- E. Усі перераховані

9. Які гормони впливають на осмотичний градієнт інтерстицію нирки?

- A. Паратирин

- В. Кальцитріол
- С. Інсулін
- Д. Тиреоїдні гормони
- Е. Усі перераховані

10. Гормони, що підвищують осмотичний тиск канальцевої сечі, за винятком такого:

- А. Тиреоїдні гормони
- В. Інсулін
- С. Глюкагон
- Д. Паратирин
- Е. Кальцитріол

### **Відповіді**

1.Е, 2.А, 3.Е, 4.Е, 5.Д, 6.Е, 7.С, 8.Е, 9.Е, 10.В.

### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, чому за умов інтенсивної м'язової роботи може різко зменшитися утворення сечі.

2. За умов експериментального дослідження тварині до крові введений ренін. Поясніть, які зміни у сечоутворенні у неї стануться і чому.

3. Поясніть, які зміни у сечоутворенні відбуватимуться за умов збільшення осмотичного тиску крові.

4. Поясніть, які зміни у функціях нирок стануться, якщо тварині в кров ввести антидіуретичний гормон.

5. Додайте бракуючі ланки до схеми саморегуляції: осмотичний тиск — осморцептори — ? — ? — нирка — ? — відновлення осмотичного тиску.

6. Як Ви вважаєте, на якому об'єкті з нижчеперерахованих було встановлено, що поріг подразнення змінюється залежно від тривалості подразнювальної стимул-реакції (закон «сили-часу»): сідничний нерв жаби, литковий м'яз щура, гладкий м'яз сечовода кролика, сітківка ока людини? Поясніть, чому.

7. У процесі дослідження з сечовода і великої артерії тварини вирізані відрізки однакової довжини і вміщені в розчин Рінгера. Поясніть, чи можна шляхом спостереження (без яких-небудь дій) відрізнити їх один від одного. Відмінності у зовнішньому вигляді до уваги не беруться.

8. Поясніть, за допомогою яких експериментальних досліджень можна встановити, що порожнистий орган (наприклад сечовий міхур) складається з гладком'язової мускулатури. Яка фізіологічна роль даного явища?

9. У результаті нещасного випадку у людини стався розрив спинного мозку і настав параліч нижніх кінцівок. Поясніть, які ще функції виявилися порушеними.

10. Відоме явище больової анурії. Суть його полягає в тому, що за умов сильного болю робота нирок може тимчасово сповільнитися аж до повного припинення утворення сечі. Поясніть фізіологічне значення цього явища.

11. У процесі дослідження одна людина випила дві склянки солоної води, друга — дві склянки водопровідної води, третя — п'ять хвилин по-

лоскала рот солоною водою. Поясніть, як змінилася величина діурезу у кожної з них.

12. Поясніть, чому утворення каменя у сечоводі гальмує діурез.

13. У процесі експериментального дослідження у тварини викликали значне зменшення діурезу. За цих умов установили, що порція взятої у неї крові чинить звужувальну дію на судини. Поясніть механізм зменшення діурезу в даному випадку.

14. Відомо, що у регуляції діяльності нирок нервові впливи виражені слабкіше, ніж гуморальні, але все ж таки наявні. Поясніть їх прояви.

15. В експерименті на тварині ділянку канальців нирок піддали вибірково охолодженню. Поясніть:

1) Як це вплине на вміст натрію та калію в сечі?

2) Як охолодження позначиться на кількості вторинної сечі?

16. Чому під час розтягування передсердя надлишком крові, що притікає, у ньому утворюється натрійуретичний гормон? У чому фізіологічне значення цієї реакції?

17. Поясніть, як зміниться діурез, якщо у тварини знижений осмотичний тиск крові та збільшений АТ.

18. У сечовому міхурі людини міститься 300 мл сечі. Поясніть, чи відчуває вона імпульси до сечовипускання.

19. У крові підвищився вміст альдостерону. Поясніть, яких змін у функціях нирок слід за цих умов очікувати.

20. Поясніть, чому у нічний час величина діурезу зменшується.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Під час м'язової роботи збуджується симпатична нервова система. Виділяється А, який за умов взаємодії з різними рецепторами змінює діаметр судин різних органів, що призводить до розподілу кровотоку. Судини працюючих м'язів розширюються, вони отримують більше крові. Оскільки А діє на  $\beta$ -рецептори коронарних судин серця, кровопостачання серця також збільшується. Автономна регуляція мозкового кровообігу забезпечує збереження його на постійному рівні. Таким чином, м'язи, серце і мозок за умов фізичного навантаження працюють у оптимальному режимі кровопостачання. Проте А звужує судини внутрішніх органів, їх кровопостачання тимчасово погіршується. У нирках це може призвести до припинення діурезу.

2. Збільшення кількості реніну сприяє посиленню сечоутворення, оскільки за цих умов зростає АТ у клубочках, що приводить до зростання фільтраційного тиску.

3. За умов збільшення осмотичного тиску крові вода затримується нирками і кількість сечі зменшується. Водночас уповільнюється зворотне всмоктування солей.

4. Антидіуретичний гормон стимулює реабсорбцію води нирками, тому виділення кінцевої сечі зменшується.

5. Осмотичний тиск — осморецептори — гіпоталамус — секреція АДГ і безпосередній вплив на кору надниркових залоз із виділенням альдостерону — нирка — виділення або затримка води і солей — відновлення осмотичного тиску.

6. Принципово така залежність наявна в усіх збудливих об'єктів. Проте лише гладкий м'яз сечовода кролика має найменшу величину швидкості виникнення і перебігу збудження, що технічно найлегше зареєструвати і виявити необхідну залежність.

7. Одна з важливих особливостей гладких м'язів — наявність автоматії (здатність до спонтанних скорочень), проте не в усіх органах вона виражена однаково. Висока активність спостерігається у гладких м'язах шлунка, кишечника, сечовода, матки. Дуже низька активність у м'язах артерій, сім'яних протоках. Отже, ізольований і вміщений у розчин Рінгера сегмент сечовода мимоволі скорочуватиметься, а відрізок артерії — ні.

8. Гладкі м'язи мають добру пластичність, тому за умов розтягування їх напруження змінюється дуже незначно. Скелетним же м'язам пластичність не притаманна. Якби вони знаходилися у стінках порожнистого органа, то під час його розтягування у м'язах виникало б велике напруження і відповідно значно зростав би тиск, що фізіологічно не вигідно, наприклад у сечовому міхурі. У реальних же умовах тиск у сечовому міхурі під час розтягування його сечею майже не змінюється завдяки вказаній особливості гладких м'язів. Регуляція роботи такого органа здійснюється за рахунок сигналів за умов розтягування його стінок.

9. Якщо настав параліч лише нижніх кінцівок, це означає, що розрив спинного мозку стався вище за поперековий і сакральний відділи. У сакральному відділі знаходяться центри, що керують функціями сечостатевої системи, отже, будуть порушені і вони.

10. Дане явище має пристосувальний характер, який виробився у процесі еволюції у відповідь на біль, який супроводжує травми і крововтрати. За цих умов нирки тимчасово припиняють утворення сечі і організм зберігає рідину перед загрозою її втрати.

11. Величина діурезу багато в чому залежить від осмотичного тиску крові. Якщо у крові багато солей, вода економиться, аби не допустити подальшого збільшення осмотичного тиску, відповідно діурез зменшується. Якщо солей мало, надлишок води виводиться і діурез збільшується. Солоні вода підвищує осмотичний тиск, і діурез зменшується. У водопровідній воді солей мало, вона гіпотонічна і, отже, розбавляє кров. Осмотичний тиск крові знижується, діурез зростає. Полоскання ж рота солоною водою не впливає на діурез, оскільки в ротовій порожнині немає осморецепторів, подразнення яких викликає осморегулювальний рефлекс.

12. По-перше, це перекриття — часткове або повне — просвіту сечовода. Відтік сечі утруднений, що призводить до підвищення внутрішньониркового тиску. За умов його підвищення за

механізмом зворотного зв'язку фільтрація сечі зменшується аж до повного припинення. По-друге, розтягування стінок сечовода спричинює сильний біль і, як наслідок, більшову анурію.

13. Якщо кров набула судинозвужувальних властивостей, то в ній з'явилася відповідна речовина, водночас сталося зменшення діурезу. Таку подвійну дію може чинити АДГ (вазопресин). Проте відомо, що вазопресин звужує судини лише за досить високих його концентрацій. Значить, дія на тварину призвела до виділення великих кількостей АДГ, що і виявилось у вказаних двох ефектах.

14. Забезпечують утворення сечі артеріоли і капіляри клубочків, і канальці, на гладкі м'язи стінок яких і впливають фактори нервової регуляції. За умов зміни просвіту цих судин у них змінюється кількість крові, що протікає, і величина фільтраційного тиску.

15. 1) У канальцях відбувається реабсорбція деяких речовин. Особливо велике значення має реабсорбція натрію. Цей процес пов'язаний з активним перенесенням, оскільки відбувається проти концентраційного й електрохімічного градієнта. З ним же пов'язаний і транспорт глюкози. Все це потребує витрати енергії АТФ. Під час охолодження метаболічні процеси сповільнюються, тому активне перенесення  $\text{Na}^+$  знизиться, реабсорбція зменшиться, і кількість  $\text{Na}^+$  у кінцевій сечі збільшиться. Оскільки натрієвий насос працює у зв'язку з калієвим, секреція калію зменшиться.

2) Зменшення виходу  $\text{Na}^+$  у міжклітинну рідину мозкової рідини нирки знизить її концентраційну здатність, оскільки підвищена осмотична реакція міжклітинної рідини мозкової речовини необхідна для виходу води зі збиральних трубочок. Отже, кількість вторинної сечі збільшиться.

16.  $\text{Na}^+$  активно реабсорбується в канальцях. Це, у свою чергу, сприяє реабсорбції води та збільшенню ОЦК, що приводить до розтягування передсердь надлишком крові, яка надходить. Для зниження ОЦК кількість води в організмі необхідно зменшити, тоді стає зрозумілим механізм дії натрійуретичного гормону. Він сприяє зменшенню реабсорбції  $\text{Na}^+$ , отже, і води. В результаті більше води виводиться з сечею, ОЦК зменшується.

17. Діурез збільшиться за рахунок посиленого виходу води за осмотичним градієнтом і одночасного збільшення фільтраційного тиску.

18. Так, оскільки 300 мл у нормі є порогом для появи позиву до сечовипускання.

19. Альдостерон підсилить реабсорбцію  $\text{Na}^+$ , це спричинить збільшення реабсорбції води, кількість сечі зменшиться.

20. Вночі зменшується АТ, що спричинює падіння фільтраційного тиску і зменшення фільтрації.

### 13.3. РОЛЬ НИРОК У ПІДТРИМЦІ ГОМЕОСТАЗУ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів підтримки гомеостазу нирками необ-

хідне для розуміння процесів функціонування системи виділення за різних функціональних станів, що забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у органах і тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми підтримки гомеостазу нирками.
2. Роль нирок у підтриманні гомеостазу за умов дії факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, що змінюються.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Участь нирок у підтримці азотистого балансу.
2. Підтримка осмотичного тиску внутрішнього середовища — роль вазопресину.
3. Підтримка постійності концентрації іонів  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , водного балансу, ОЦК за участі нирок.
4. Роль ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, передсердного натрійуретичного гормону в підтримці гомеостазу.
5. Механізм спраги.
6. Регуляція постійності концентрації іонів  $\text{Ca}^{++}$  і фосфатів за участі нирок.
7. Роль нирок у підтримці кислотно-лужного стану внутрішнього середовища.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть вплив нирок на азотистий баланс організму.
2. Опишіть механізм дії вазопресину за умов підтримки осмотичного тиску.
3. Намалюйте контур регуляції ренін-ангіотензин-альдостеронової системи.
4. Опишіть механізм спраги.
5. Опишіть роль нирок у підтримці водного балансу.
6. Опишіть роль нирок у підтримці кислотно-лужного балансу.
7. Опишіть роль нирок у підтримці  $\text{Ca}^{++}$  і фосфорного обміну в організмі.

*Програма практичної роботи на занятті:* побудова контуру регуляції ренін-ангіотензин-альдостеронової системи. Складіть і занесіть до протоколу схему контуру регуляції ренін-ангіотензин-альдостеронової системи. Зробіть висновки.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. В експерименті на тваринах зруйнували супраоптичні ядра гіпоталамуса, що призвело до збільшення денного діурезу. Який процес у нирках після цього порушиться найбільше?

- A. Клубочкова фільтрація
- B. Реабсорбція води у проксимальних канальцях
- C. Реабсорбція води у дистальних канальцях
- D. Реабсорбція води у петлі Генле
- E. Секреція осмотично активних речовин

2. В експерименті збільшили наповнення кров'ю передсердь. Це призвело до зменшення реабсорбції  $\text{Na}^+$  і  $\text{H}_2\text{O}$  у ниркових канальцях. Збільшена секреція якого гормону сприяє цьому результату?

- A. Альдостерону
- B. Вазопресину
- C. Натрійуретичного
- D. Реніну
- E. Ангіотензину

3. Після вживання солоної їжі значно зменшилася кількість сечі. Збільшена секреція якого гормону призвела до зменшення діурезу?

- A. Альдостерону
- B. Натрійуретичного гормону
- C. Ангіотензину<sub>2</sub>
- D. Реніну
- E. Вазопресину

4. У пацієнта тривале блювання призвело до зневоднення організму. Підвищення секреції якого гормону за цих умов забезпечує збереження води в організмі?

- A. Альдостерону
- B. Вазопресину
- C. Кальцитоніну
- D. Натрійуретичного
- E. Адреналіну

5. У людини скарги на стійке підвищення АТ і припухлості. Під час обстеження встановлено звуження ниркової артерії. Активация якої системи стала причиною виникнення гіпертензії?

- A. Симпатоадреналової
- B. Гіпоталамо-гіпофізарної
- C. Ренін-ангіотензинової
- D. Симпатичної
- E. Парасимпатичної

6. У людей, адаптованих до дії високої зовнішньої температури, посилене потовиділення не супроводжується втратою з потом великої кількості хлориду натрію завдяки дії одного з гормонів:

- A. Альдостерону
- B. Кортизолу
- C. Вазопресину
- D. Тироксину
- E. Натрійуретичного

7. У плазмі крові збільшена концентрація іонів калію, що супроводжується збільшенням секреції цього іона у дистальних відділах нефрону. Це призведе до зменшення секреції у цьому ж відділі нефрону:

- A. Аміаку
- B. Іонів калію
- C. Іонів магнію
- D. Іонів натрію
- E. Іонів водню

8. У людини осмотична концентрація плазми крові 350 мосмоль/л. Це зумовлює посилену секрецію гормону:

- A. Вазопресину
- B. Альдостерону
- C. Кортизолу
- D. Адреналіну
- E. Кальцитоніну

9. У людини внаслідок втрати 1,5 л крові різко зменшився діурез. Посилена секреція якого гормону стала причиною змін діурезу?

- A. Паратгормону
- B. Кортизолу
- C. Вазопресину
- D. Окситоцину
- E. Натрійуретичного

10. Людині для позбавлення від високогірної хвороби введено препарат ацетазоламід, який блокує карбоангідразу в епітелії проксимальних каналців нефрону. За цих умов:

- A. Збільшується реабсорбція натрію
- B. Збільшується секреція калію
- C. Збільшується секреція  $\text{NH}_3$
- D. Зменшується реабсорбція  $\text{HCO}_3^-$
- E. Зменшується реабсорбція  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

### **Відповіді**

1.C, 2.C, 3.A, 4.B, 5.C, 6.A, 7.E, 8.A, 9.C, 10.D.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Альдостерон зумовлює:

- A. Зниження реабсорбції іонів натрію, секреції іонів калію й іонів водню
- B. Збільшення реабсорбції іонів натрію, секреції іонів калію й іонів водню
- C. Збільшення реабсорбції іонів натрію, зниження секреції іонів калію й іонів водню
- D. Зниження реабсорбції іонів натрію, збільшення реабсорбції кальцію
- E. Зниження реабсорбції іонів натрію

2. Який з указаних гормонів має на організм зберігаючий для натрію ефект?

- A. АДГ
- B. Натрійуретичний гормон
- C. Паратгормон
- D. Альдостерон
- E. Адреналін

3. Який з указаних гормонів викликає збільшення виведення натрію з організму?

- A. Альдостерон
- B. АДГ
- C. Катехоламіни
- D. Паратгормон
- E. Натрійуретичний гормон

4. Участь нирок у регуляції кровотворення зумовлена виробленням у них:

- A. Еритропоетину
- B. Урокінази
- C. Ангіотензину
- D. Реніну
- E. Фосфатази

5. У проксимальному відділі нефрону пасивно реабсорбується:

- A. Глюкоза

- B. Натрій
- C. Амінокислоти
- D. Вітаміни
- E. Вода

6. Які білки плазми крові з найбільшою імовірністю можуть з'явитися у сечі при патології нирок?

- A. Глобуліни
- B. Фібриноген
- C. Гамма-глобуліни
- D. Альбумін
- E. Альбумін і фібриноген

7. Реабсорбція води у нирках здійснюється шляхом:

- A. Активного транспорту
- B. Секреції
- C. Усі відповіді правильні
- D. Пасивного транспорту
- E. Секреції і пасивного транспорту

8. Ренін утворюється у:

- A. Надниркових залозах
- B. Юктагломерулярному апараті нирок
- C. Суперфіційному нефроні
- D. Передній частці гіпофіза
- E. Надниркових залозах і суперфіційному нефроні

9. Активація антидіуретичного механізму відбувається за умов:

- A. Водного навантаження
- B. Прийому солоної їжі, втрати рідини
- C. Прийому кислої їжі
- D. Прийому гострої їжі
- E. Водного навантаження і прийому гострої їжі

10. У якому відділі нефрону переважно реабсорбується глюкоза?

- A. Проксимальному
- B. Дистальному
- C. Збиральних трубочках
- D. Петлі Генле
- E. Петлі Генле і збиральних трубочках

### **Відповіді**

1.B, 2.D, 3.E, 4.A, 5.E, 6.D, 7.D, 8.B, 9.B, 10.A.

### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, чому особам із гіпертонічною хворобою доцільно призначати сечогінні засоби або застосовувати гірудотерапію.

2. Поясніть, чи можна чекати, що у гризунів, які живуть у пустелі і біля водоймищ, наявні значні відмінності у роботі нирок.

3. У процесі експериментального дослідження тварину піддають повному голодуванню. Поясніть, який показник сечі найбільш інформативно свідчитиме про настання термінальної стадії голодування.



4. За умов обстеження виявлено, що у молодій здоровій жінки під час надходження з їжею 120 г білка за добу виділено з сечею за той же час 16 г азоту. Поясніть, яке припущення про стан жінки можна зробити.

5. В обстежуваного діагностована гіпертонічна хвороба. Поясніть, чи завжди причина підвищеного тиску пов'язана безпосередньо з порушеннями у серцево-судинній системі. Яку роль можуть відігравати порушення у клубочковій системі нирок?

6. Зниження АТ у приносних судинах нирок може призвести до катастрофічних наслідків, оскільки припиняється клубочкова фільтрація. У таких випадках починає діяти захисний механізм. У нирках утворюється ренін, який після деяких перетворень трансформується в ангіотензин<sub>2</sub>, який чинить сильну судинозвужувальну дію, отже, сприяє підвищенню фільтраційного тиску (ФТ). Як Ви вважаєте, чи впливає також ангіотензин<sub>2</sub> і на утворення альдостерону? Поясніть, чому.

7. Існують кліматичні курорти, на яких лікують людей із захворюваннями нирок. Поясніть, які особливості впливу клімату на функції нирок за умов таких курортів.

8. Поясніть, чи можна поставити диференційний діагноз цукрового або нецукрового діабету, якщо у Вашому розпорядженні є лише набір порожнистих пластмасових кульок різного діаметра.

9. Поясніть, чому за умов деяких захворювань нирок у людей виникають набряки.

10. У різних видів тварин співвідношення між товщиною кіркового і мозкового шарів нирок суттєво відрізняється. Особливо велика товщина кіркового шару спостерігається у гризунів, що мешкають у пустелі. Поясніть, у чому фізіологічний сенс цієї особливості.

11. Харчова глюкозурія у здоровій людини (поява глюкози в сечі) спостерігається після прийому великої кількості вуглеводів. Через деякий час глюкоза з сечі зникає. Поясніть механізм даного фізіологічного явища.

12. Поясніть, для кого небезпечніші значні водні навантаження — для немовляти або дорослої людини.

13. Визначення добового водного балансу у людини дало такі результати: надходження води з питвом 1400 мл, надходження води у складі харчових продуктів — 800 мл, втрата води з сечею — 1500 мл, випаровування води з поверхні тіла і крізь легені — 900 мл, втрата води з калом — 100 мл. Поясніть:

1) Чи можна на підставі цих даних зробити висновок про порушення водного балансу?

2) Якщо баланс порушений, то як повинна змінитися осмотична концентрація плазми крові даної людини?

3) Як зміниться діурез у разі підвищення осмотичної концентрації плазми крові?

14. За умов температурного комфорту один випробовуваний випиває 0,5 л слабомінералізованої води, другий — 0,5 л мінеральної води з високим вмістом солей. Поясніть:

1) У кого з випробовуваних після такого навантаження діурез буде вищим?

2) Які гомеостатичні функції нирок виявляються за умов зміни діурезу після водного навантаження?

15. Дитина з'їла шматок солоної риби, після чого у неї з'явилися набряки і підвищилася температура. Як пояснити це явище?

16. Аналіз крові виявив, що вміст глюкози у крові дорівнює 200 мг%. Чи слід у цьому випадку чекати на появу цукру в сечі?

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Обидва фактори приводять до зменшення кількості крові та зниження тиску.

2. Тварини, що мешкають у пустелі, виділяють через нирки мінімально можливі кількості води. Концентрувальна функція нирок розвинута у них настільки, що осмотична концентрація сечі перевищує таку для плазми у 17–20 разів. У вологолюбних гризунів концентрувальний механізм зредукований, усі петлі Генле вкорочені, нирка не здатна збільшувати осмотичну концентрацію сечі порівняно з плазмою крові більш ніж у 2–3 рази. В результаті надлишкова кількість води весь час виводиться з сечею.

3. Свідченням цього стане різке зростання кількості азоту в сечі, що відображає рівень розпаду білків після вичерпання запасів вуглеводів і жирів.

4. 16 г азоту виходять зі 100 г білка, а з їжею надійшло 120 г. Якщо така ретенція (затримка) азоту спостерігається протягом довгого часу, то це може бути пов'язане з вагітністю, коли частина білка йде на побудову тіла плода.

5. За умов недостатності кровопостачання нирок у крові постійно містяться високі концентрації ангіотензину<sub>2</sub>. Це призводить до виникнення гіпертонічної хвороби — стійкого підвищення АТ. Тому за умов тривалого безрезультативного лікування людей на гіпертонічну хворобу необхідно пам'ятати, що причина може бути у серйозному порушенні функціонування нирок, що часто призводить до летального результату.

6. У даному випадку АТ необхідно підвищити. Ангіотензин<sub>2</sub> забезпечує це шляхом звуження судин. На величину АТ також впливають робота серця і ОЦК. Альдостерон на роботу серця не впливає безпосередньо, але він може змінювати ОЦК, посилюючи реабсорбцію натрію та води. Звідси очевидний висновок, що ангіотензин<sub>2</sub> діє двома шляхами: безпосередньо, звужуючи судини, і опосередковано, стимулюючи утворення альдостерону і тим самим сприяючи затримці води в організмі.

7. Кожної доби у клубочках фільтрується 180–200 л води, і потім 99 % її піддається реабсорбції у каналцях. У людини, що знаходиться в умовах сухого і спекотного клімату курортів пустелі, збільшується кількість рідини, що випаровується через шкіру, знижуючи навантаження на нирки.

8. Сеча людини, хворої на цукровий діабет, внаслідок надлишку цукру щільніша, ніж у здорової людини. У хворого на нецукровий діабет питома вага сечі менша, ніж у здорового. Виштовхуюча сила менш щільної рідини відповідно до закону Архімеда менша. Тому можна знайти кульки такого діаметра, які в одній порції сечі тонуть (нецукровий діабет), а в іншій — спливатимуть (цукровий діабет).

9. набряки виникають за умов порушення осмотичної рівноваги між кров'ю і міжклітинною рідиною. Наприклад, за умов зменшення вмісту білків у крові в результаті голодування. За цих умов зменшується онкотичний тиск крові, отже, і її загальний осмотичний тиск, що приводить до посилення переходу води у тканини. За умов патологічного процесу в нирках у сечі з'являється білок. Втрати значних кількостей білка з сечею призводять до зниження онкотичного тиску крові та появи набряків.

10. Що товщий кірковий шар, то довші каналці. Функція каналців полягає у реабсорбції, у першу чергу, води. У пустельних гризунів велика протяжність каналців дозволяє за рахунок посиленого зворотного всмоктування води зберігати її в організмі. За цих умов нирки виділяють дуже концентровану сечу.

11. Глюкоза реабсорбується водночас із транспортом іона натрію. Для цього у мембранах клітин ниркових каналців є спеціальні білки-переносники. На протилежній стороні клітини комплекс натрій — глюкоза — переносник розпадається на свої три складові елементи. Після цього переносники, що звільнилися, повертаються назад і здатні переносити наступні комплекси натрію та глюкози. У міру збільшення концентрації глюкози у крові й, отже, у первинній сечі все більша кількість переносників включатиметься у транспортну систему. Коли концентрація глюкози досягне деякої критичної величини, всі переносники виявляться «мобілізованими». Надлишок глюкози тепер не зможе реабсорбуватися і переходитиме в кінцеву сечу.

12. До моменту народження розвиток нирок ще не закінчується й активно продовжується протягом першого року життя. Тому для немовлят водні переваженні можуть виявитися небезпечними, оскільки компенсаторні реакції нирок поки що вельми обмежені.

13. 1) У розрахунках не врахована метаболічна вода, що утворюється під час окиснювальних процесів у організмі. Її об'єм — 300 мл на добу, отже, негативного водного балансу немає.

2) Проте при негативному водному балансі осмотична концентрація плазми у крові підвищується.

3) Підвищення осмотичної концентрації плазми приводить до зниження діурезу з метою збереження рідини в організмі.

14. 1) Всмоктування солей із ШКТ у кров призведе до підвищення осмотичної концентрації плазми крові, активації гіпоталамічних осморепторів, збільшення виділення вазопресину, затримки рідини в організмі та зменшення діурезу в другого випробовуваного. Водне навантажен-

ня слабомінералізованою рідиною у першого випробовуваного викличе збільшення діурезу.

2) Затримка рідини в організмі після прийому води з високим вмістом солей характеризує внесок нирок у діяльність функціональної системи підтримки такого гомеостатичного показника, як осмотичний тиск плазми крові. Збільшення діурезу після прийому слабомінералізованої води відображає участь нирок у підтримці кількості води в організмі, зокрема об'єму позаклітинної рідини.

15. У дітей спостерігається інтенсивніша реабсорбція натрію, ніж у дорослих, тому навіть помірне сольове навантаження викликає набряк і гарячковий стан.

16. Так. Нирковий поріг для глюкози становить 150–180 мг%. За умов збільшення кількості цукру в крові вище за ці цифри він не встигає повністю реабсорбуватися у каналцях і з'являється у сечі.

### 13.4. ПРАКТИЧНІ НАВИЧКИ З ФІЗІОЛОГІЇ СИСТЕМИ ВИДІЛЕННЯ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання практичних навичок дослідження функціонального стану органів сечовидільної системи необхідне для розуміння механізмів функціонування системи виділення, яка забезпечує нормальний рівень метаболічних процесів у органах і тканинах.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми сечоутворення і сечовиділення.
2. Фізіологічні основи клінічних методів дослідження функціонального стану органів системи сечоутворення.

*Перелік практичних навичок із фізіології системи виділення:*

1. Розрахувати швидкість фільтрації у клубочках. Зробити висновок.
2. Розрахувати рівень реабсорбції води у нефроні. Зробити висновок.
3. Оцінити результати проб за Зимницьким, Нечипоренком, Каковським — Аддісом, Амбурже.
4. Намалювати схему рефлексу сечовиділення і позначити його частини.
5. Побудувати контур регуляції процесу сечовиділення.
6. Побудувати контур регуляції ренін-ангіотензин-альдостеронової системи.

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Який вид діурезу розвивається у хворих із нецукровим діабетом?
  - A. Антидіурез
  - B. Водний діурез
  - C. Осмотичний діурез
  - D. Антидіурез і осмотичний діурез
  - E. Осмотичний діурез і антидіурез

2. Реабсорбцією у процесі сечоутворення називають:

А. Активне всмоктування деяких речовин із крові до ниркових каналців

В. Обов'язкове зворотне всмоктування деяких речовин із збиральних трубочок нефрону в кров

С. Процес зворотного всмоктування речовин з ниркових каналців у кров

Д. Пасивне всмоктування деяких речовин із крові до ниркових каналців

Е. Активне всмоктування деяких речовин із крові до ниркових каналців і процес зворотного всмоктування речовин з ниркових каналців у кров

3. Процес секреції у механізмі сечоутворення полягає у:

А. Пасивному виведенні з організму продуктів обміну

В. Активному виведенні речовин з крові до просвіту каналців

С. Фільтрації у просвіт каналців плазми крові

Д. Активній фільтрації у просвіт каналців глюкози

Е. Активній фільтрації у просвіт каналців глюкози й активному виведенні речовин із крові у просвіт каналців

4. Добовий діурез у нормі дорівнює:

А. 15–20 л

В. 150–180 л

С. 1,5–2,0 л

Д. 3–5 л

Е. 7–10 л

5. Яку реакцію (рН) може мати сеча у здорової людини?

А. Кислу

В. Нейтральну

С. Нейтральну і кислу

Д. Лужну

Е. Усі відповіді правильні

6. Скільки первинної сечі утворюється за добу?

А. 150–180 л

В. 1,5–2,0 л

С. 40–50 л

Д. 30–40 л

Е. 15–20 л

7. Утворення кінцевої сечі є результатом:

А. Фільтрації, реабсорбції, активного транспорту

В. Фільтрації, реабсорбції, піноцитозу

С. Фільтрації, реабсорбції, каналцевої секреції

Д. Фільтрації, адсорбції

Е. Фільтрації, адсорбції, активного транспорту

8. Процес утворення первинної сечі у капсулі Шумлянського — Боумена називається:

А. Канальцевою екскрецією

В. Канальцевою реабсорбцією

С. Канальцевою секрецією

Д. Клубочковою фільтрацією

Е. Канальцевою реабсорбцією та каналцевою секрецією

9. Утворення первинної сечі з плазми крові є функцією:

А. Проксимальних каналців нефрону

В. Капілярів клубочків ниркового тільця

С. Дистальних каналців нефрону

Д. Збиральних трубочок нефрону

Е. Збиральних трубочок нефрону і дистальних каналців нефрону

10. Від просвіту приносних і виносних артеріол і від проникності мембран капілярів ниркового клубочка залежить величина:

А. Фільтрації

В. Секреції

С. Онкотичного тиску

Д. Реабсорбції

Е. Секреції та реабсорбції

### **Відповіді**

1.В, 2.С, 3.В, 4.С, 5.Е, 6.А, 7.С, 8.Д, 9.В, 10.А.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Як називається клубочковий фільтрат, що утворюється?

А. Кінцевою сечею

В. Вторинною сечею

С. Коефіцієнтом очищення

Д. Первинною сечею

Е. Первинною сечею і вторинною сечею

2. Як називається всмоктування назад у кров із первинної сечі води, амінокислот, мікроелементів, солей, низькомолекулярних білків?

А. Канальцевою секрецією

В. Канальцевою реабсорбцією

С. Клубочковою фільтрацією

Д. Адсорбцією

Е. Клубочковою фільтрацією та каналцевою секрецією

3. Система ниркових каналців, у яких процеси всмоктування іонів натрію та води взаємозумовлені, називається:

А. Клубочковою системою

В. Поворотно-протиточно-множинною системою

С. Канальцевою системою

Д. Збиральними трубочками

Е. Клубочковою і каналцевою системою

4. Яка функція збиральних трубочок нефрону?

А. Утворення реніну

В. Синтез білка

С. Екскреція метаболітів

Д. Концентрація сечі

Е. Утворення простагландинів

5. За якого приблизно об'єму сечі у сечовому міхурі з'являються перші позиви до сечовипускання?

- A. 50 мл
- B. 300 мл
- C. 150 мл
- D. 500 мл
- E. 1500 мл

6. Як називається припинення утворення сечі?

- A. Протеїнурія
- B. Глюкозурія
- C. Альбумінурія
- D. Поліурія
- E. Анурія

7. Який відділ нефрону бере участь у фільтрації?

- A. Дистальний каналець
- B. Проксимальний каналець
- C. Нирковий клубочок
- D. Висхідний відділ петлі Генле
- E. Проксимальний каналець і нирковий клубочок

8. Який відділ нефрону практично повністю непроникний для води?

- A. Низхідний відділ петлі
- B. Проксимальний звивистий каналець
- C. Капіляри клубочка
- D. Висхідний відділ петлі Генле
- E. Збиральні трубочки

9. Головним функціональним елементом повотно-протиточно-множинної системи нирки є:

- A. Мальпігієвий клубочок
- B. Юкстагломерулярний апарат
- C. Петля Генле
- D. Ниркова миска
- E. Сечовід

10. Який об'єм ультрафільтрату утворюється за нормальних умов в обох нирках за одну хвилину:

- A. 240–250 мл
- B. 50–60 мл
- C. 25–30 мл
- D. 125–130 мл
- E. 60–100 мл

### **Відповіді**

1.D, 2.B, 3.B, 4.D, 5.C, 6.E, 7.C, 8.D, 9.C, 10.D.

### **Ситуаційні завдання**

1. За умов захворювань нирок, що супроводжуються підвищенням проникності ниркового фільтра, розвиваються набряки. Вони можуть спостерігатися також під час тривалого голодування. Поясніть:

1) Які сили забезпечують обмін рідини між кров'ю і тканинами у мікроциркуляторному руслі?

2) Які речовини проходять і не проходять через нирковий фільтр у нормі?

3) Які механізми розвитку набряків за умов голодування і при підвищенні проникності ниркового фільтра?

2. Під час нічного сну швидкість сечоутворення, як правило, зменшується, а сеча, що утворюється, більш концентрована, ніж удень. Поясніть:

1) Як зміниться величина АТ під час сну?

2) Який гормон може впливати на судинний тонус і процеси сечоутворення?

3) Які причини вказаної особливості роботи нирок уночі?

3. Поясніть, як зміниться (і чи зміниться) діяльність денервованої нирки.

4. Аналіз результатів дослідження показав, що осмотична концентрація сечі ранкової порції в одного обстежуваного становить 280 мосмоль/л, у другого — 250 мосмоль/л. За годину після підшкірного введення 5 од. водного розчину вазопресину осмотична концентрація сечі становила 280 і 600 мосмоль/л відповідно, тобто у першого обстежуваного осмотична концентрація сечі не змінилася, а у другого — підвищилася. Поясніть:

1) Де виробляється і виділяється гормон вазопресин?

2) Які органи є мішенню для вазопресину?

3) Які можливі причини поліурії в обох обстежуваних?

5. У результаті експериментального дослідження виявлено, що введення у внутрішню сонну артерію тварини гіпертонічного розчину натрію хлориду викликало стимуляцію секреції вазопресину, а введення гіпертонічного розчину сечовини — ні. Поясніть:

1) Як регулюється секреція вазопресину?

2) Чи однакова проникність клітинних мембран для натрію та сечовини?

3) Як пояснити різні ефекти введення гіпертонічних розчинів указаних речовин?

6. Під час обстеження в досліджуваного на тлі підвищеного АТ виявлено звуження однієї з ниркових артерій. Поясніть:

1) Яка речовина виділяється ниркою за умов зниження ниркового кровотоку?

2) Які речовини судинорозширювальної дії у даному випадку найефективніші для зниження АТ — блокатори  $\alpha$ -адренорецепторів або ж інгібітори ангіотензинперетворювального ферменту?

3) Які ще причини можуть призвести до зменшення ниркового кровотоку?

7. Експериментальна тварина (щур) знаходиться у клітці, де є вільний доступ до корму і води. Тварині введена мікродоза ангіотензину<sub>2</sub> у бічні шлуночки мозку. Поясніть:

1) Як зміниться поведінка тварини?

2) З чим може бути пов'язане підвищення рівня ендогенного ангіотензину<sub>2</sub> у плазмі крові та лікворі у пацієнтів?

8. У результаті обстеження виявлено, що в першого досліджуваного осмотична концентрація

ція сечі становить 300 мосмоль/л, швидкість утворення сечі — 2 мл/хв; у другого обстежуваного осмотична концентрація сечі — 150 мосмоль/л, швидкість утворення сечі — 4 мл/хв; у третього обстежуваного осмотична концентрація сечі 600 мосмоль/л, швидкість утворення сечі — 1 мл/хв. Поясніть:

1) Який з обстежуваних імовірно гіпергідратований, який знаходиться у стані водної рівноваги, який відносно зневоднений?

2) У якого з обстежуваних осмотична концентрація сечі вища, ніж осмотична концентрація плазми крові?

3) У якому відділі нефрону відбувається остаточна концентрація сечі, як регулюється цей процес?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. 1) Обмін рідини між кров'ю і тканинами забезпечується, в основному, завдяки взаємодії гідростатичного тиску крові, який сприяє виходу рідини з судинного русла, і колоїдно-осмотичного тиску плазми, що забезпечує повернення рідини до судинного русла.

2) За нормальної фільтрації у нирковому тільці в первинну сечу вільно проходять усі речовини плазми крові, за винятком білків, які нирковий фільтр пропускає в дуже незначній кількості.

3) Як за умов тривалого голодування, так і під час втрати білків крізь нирковий фільтр за умов підвищення його проникності знижується концентрація білків у плазмі крові, зменшується онкотичний тиск, що порушує баланс між фільтрацією плазми у тканині та поверненням її до кровоносного русла, що призводить до набряків.

2. 1) Під час нічного сну відбувається зниження АТ.

2) АДГ, взаємодіючи з рецепторами типу  $V_1$  у судинах, може викликати їх звуження, а взаємодіючи з рецепторами типу  $V_2$  у нирках, — посилення реабсорбції води і зниження діурезу.

3) За умов зниження середнього АТ на 5 % або більше секреція вазопресину дещо збільшується, що і призводить до зниження кількості і підвищення концентрації сечі.

3. Нервова система впливає лише на стан гладкої мускулатури стінок судин, які забезпечують кровопостачання нирки. За умов зміни просвіту судин змінюється кількість крові, що припливає, і величина АТ. У результаті зміниться інтенсивність фільтрації.

4. 1) Вазопресин синтезується як прогормон у нейронах супраоптичного і паравентрикулярного ядер гіпоталамуса. Транспортується аксонами до задньої частки гіпофіза і виділяється під час деполяризації нейрона.

2) Вазопресин чинить вазоконстрикторну дію, взаємодіючи з рецепторами типу  $V_1$  у судинах, і посилює реабсорбцію води у збиральних трубочках, взаємодіючи з рецепторами типу  $V_2$ .

3) Осмотична концентрація сечі, порівняно з осмотичною концентрацією плазми крові на тлі водної депривації, свідчить про нездатність нирок концентрувати сечу. Концентрація сечі у збиральних трубочках регулюється вазопресином,

отже, в обох обстежуваних недостатньо виявляються ефекти даного гормону — спостерігаються симптоми нецукрового діабету. Після введення вазопресину в другого обстежуваного концентраційна здатність нирок відновлюється, отже, нецукровий діабет є центральним, пов'язаним із недостатнім продукуванням даного гормону внаслідок, наприклад, черепно-мозкової травми. У першого обстежуваного нецукровий діабет є нефрогенним, викликаним відсутністю реакції збиральних трубочок на АДГ, наприклад, на тлі лікування психічного захворювання солями літїю.

5. 1) Гіпотеза, яка пояснює механізм активації гіпоталамічних осморорецепторів, виходить з того, що за умов підвищення осмотичної концентрації плазми крові створюється осмотичний градієнт між позаклітинним і внутрішньоклітинним водними просторами. Вода виходить з осморорецепторних клітин, об'єм останніх зменшується, що призводить до їх активації. Активація осморорецепторів спричинює збільшення виділення вазопресину, що і спостерігається під час введення розчину натрію хлориду.

2) Біологічні мембрани проникніші для сечовини, ніж для натрію хлориду.

3) Сечовина легко проникає крізь біологічні мембрани всередину клітин, що призводить до входу, а не виходу води з осморорецепторних клітин. Об'єм цих клітин не зменшується, а збільшується, активації осморорецепторів не відбувається, отже, немає і збільшення виділення вазопресину.

6. 1) За умов звуження ниркової артерії знижується нирковий кровотік, що приводить до виділення реніну й активації ренін-ангіотензинової системи.

2) Отже, у даному випадку використання інгібітора ангіотензин-перетворювального ферменту дасть більш виражений гіпотензивний ефект.

3) До зниження ниркового кровотоку може призвести, наприклад, зменшення ОЦК на тлі крововтрати разом із звуженням приносних судин ниркового тільця на фоні активації симпатoadреналової системи під час болю, що супроводжує травму.

7. 1) Оскільки ангіотензин<sub>2</sub> має дипсогенний ефект завдяки взаємодії з ангіотензиновими рецепторами другого типу гіпоталамічного центру спраги, то у даної тварини виявиться пошукова питна поведінка.

2) Підвищення рівня ангіотензину може бути пов'язане зі зменшенням ОЦК у результаті кровотечі, втрати рідини через ШКТ при блюванні, діареї, зневодненні організму за умов підвищеної температури.

8. 1) За умов водного навантаження (гіпергідратації) посилюється утворення гіпоосмотичної сечі. При відносному дефіциті води зменшується об'єм утворення сечі та концентрація її підвищується. Таким чином, перший обстежуваний знаходиться у стані водної рівноваги, другий — гіпергідратований, у третього — дефіцит води.

2) У третього обстежуваного осмотична концентрація сечі 600 мосмоль/л, осмотична

концентрація плазми крові за нормою близько 30 мосмоль/л.

3) Остаточна концентрація сечі відбувається у збиральних трубочках, що проходять крізь мозкову речовину нирки. Реабсорбція води у збиральних трубочках регулюється, у першу чергу, вазопресином, який, взаємодіючи з рецепторами типу  $V_2$ , сприяє вбудовуванню водних каналів (аквапоринів типів 2 і 4) до апікальних і базальних мембран епітеліальних клітин збиральних трубочок.

## Глава 14. ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

*Конкретні цілі:*

1. Аналізувати стан функції сенсорної системи, її структурних елементів і допоміжних структур на основі диференційованих для кожної сенсорної системи критеріїв.

2. Тракувати функції каналів передачі інформації та рівнів організації кожної сенсорної системи на основі аналізу параметрів абсолютних і диференційованих порогів відповідної чутливості, стан рецептивних полів, формування сенсорних образів.

3. Аналізувати вікові особливості формування і функцій сенсорних систем

4. Пояснювати фізіологічні методи дослідження кожної сенсорної системи.

### 14.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіології сенсорних систем, складових основи відчуттів і уміння проводити їх дослідження простими клінічними методами дозволяють лікареві диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані зі сприйняттям зовнішнього світу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми сприйняття, проведення й аналізу параметрів подразнення системами аналізаторів.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану систем аналізаторів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Поняття про сенсорні системи або аналізатори. Значення сенсорних систем для сприйняття світу.

2. Структурно-функціональна організація сенсорної системи.

3. Рецептори. Регуляція функцій і специфічність рецепторів. Адаптація рецепторів.

4. Кодування інформації й обробка її у різних відділах сенсорної системи.

5. Провідниковий відділ сенсорної системи. Специфічні та неспецифічні канали передачі інформації.

6. Кірковий відділ сенсорної системи. Локалізація аферентних функцій у корі. Взаємодія сенсорних систем.

7. Сенсорні функції спинного мозку, мосту, таламуса і кори великих півкуль.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть загальні властивості аналізаторів.  
2. Опишіть принципи структурної та функціональної організації сенсорних систем.

3. Наведіть класифікацію рецепторів.

4. Опишіть механізм збудження рецепторів.

5. Намалюйте схему простого аферентного нервового ланцюга (обробка інформації в органах чуття).

6. Сформулюйте закон Вебера — Фехнера.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження просторового порогу подразнення на прикладі тактильного аналізатора.

2. Дослідження властивості адаптації на прикладі температурного аналізатора.

#### **Методика дослідження просторового порога подразнення на прикладі тактильного аналізатора**

Просторовий поріг подразнення — мінімальна відстань між двома подразниками, яка дозволяє їх сприймати окремо. Що менше рецептивне поле, то менший просторовий поріг.

*Для роботи необхідні:* циркуль Вебера, стіл, стілець.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить у зручному положенні з заплющеними очима, поклавши руку на стіл. За допомогою циркуля Вебера (штангенциркуля) доторкаються до шкіри випробовуваного поперемінно однією або обома ніжками циркуля. Випробовуваний кожного разу повідомляє, відчуває він один дотик або два. Відзначають правильність відповідей або їх помилковість. Зближують ніжки циркуля до припинення правильних відповідей. Мінімальна відстань між двома точками, за якої здійснюється їх роздільне подразнення, називається просторовим порогом розрізнення. Визначають даний поріг на шкірі долоні, зворотної сторони долоні, передпліччя, плеча, шиї та спини. Обчислюють гостроту дотику, яка є величиною, зворотною порогу. Порівнюють гостроту дотику при подразненні окремих ділянок шкірної чутливості.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані оформлюють у вигляді табл. 14.1 і порівнюють з показниками у різних випробовуваних.

#### **Методика дослідження процесів адаптації рецепторів на прикладі температурного аналізатора**

Терморецептори розташовані у шкірі глибше, ніж тактильні. Холодові подразнення сприймаються колбами Краузе, теплові — тільцями Руфіні. Щільність їх розташування: 10–13 холодних і 1–2 теплових на 1 см<sup>2</sup> шкіри.

*Для роботи необхідні:* посудини з водою різної температури: 10, 25 і 40 °С, стіл, стілець.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить у зручному положенні, помістивши одну руку у

№	Параметри	Локалізація рецепторів					
		Долоня	Зворотна сторона долоні	Передпліччя	Плече	Шия	Спина
1	Просторовий поріг, см						
2	Гострота дотику: 1/величина порога, см						

посудину з температурою 40 °С, другу — у посудину з температурою 10 °С. Потім обидві руки переносять у середню посудину з температурою 25 °С. У руці, яка перенесена з теплішої води, відчуватиметься холод, у руці, яка перенесена з прохолоднішої, — тепло.

*Результати роботи та їх оформлення.* Проаналізуйте отримані результати. Поясніть їх і зробіть висновок.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

- Що таке детектування сигналів?
  - Розповсюдження процесів гальмування корою великих півкуль
  - Вибіркове гальмування нейронів
  - Вибіркове виділення медіатора
  - Розповсюдження процесів збудження корою великих півкуль
  - Вибіркове виділення нейроном того чи іншого подразника
- Який з критеріїв характеризує абсолютну чутливість сенсорної системи?
  - Мінімальний поріг подразнення рецепторів
  - Поріг окремого рецептора
  - Максимальний поріг рецепторів
  - Поріг реакції (відчуття)
  - Усі відповіді невірні
- У чому виявляється адаптація у сенсорних системах?
  - У зміні чутливості до короткодючого подразника
  - У підвищенні активності процесів збудження і гальмування
  - У зниженні активності процесів збудження і гальмування
  - У зміні чутливості до подразника, що тривало діє
  - Усі відповіді правильні
- Просторове розрізнення двох подразників, що одночасно діють у сенсорних системах, можливе, якщо:
  - Вони збудили два сусідні рецептори
  - Між двома збудженими рецепторами є хоч би один незбуджений
  - Відстань між ними становить не менше 1 мм
  - Між двома збудженими рецепторами є три незбуджених
  - Відстань між ними не менше 5 мм
- Приріст відчуття, що диференціюється, виникає за умов збільшення сили подразника на певну величину, що називається законом:
  - Фіка
  - Павлова
  - Бора
  - Гельмгольца
  - Вебера
- Завдяки наявності зворотних зв'язків від вищих відділів сенсорної системи до нижчих:
  - Гальмується надлишкова інформація та полегшується проведення найбільш важливої інформації
  - Гальмується проведення всіх видів інформації
  - Полегшується проведення слухової та зорової інформації
  - Гальмується проведення больової та полегшується проведення тактильної інформації
  - Активізується проведення всіх видів інформації
- Що належить до загальних принципів будови аналізаторів?
  - Багатоканальність
  - Багаточаровість
  - Диференціація по вертикалі та горизонталі
  - Наявність «лійок», що звужуються і розширюються
  - Усі відповіді правильні
- У чому полягає фізіологічний сенс «лійки», що звужується?
  - У збільшенні дивергенції сигналів на підкірковому рівні
  - У збільшенні швидкості проведення аферентних сигналів
  - У зменшенні надмірності інформації та підвищенні чутливості сенсорного каналу
  - У затримці проведення збудження аферентними шляхами
  - У затримці проведення еферентними шляхами
- Що таке рецептивне поле нейрона?
  - Сукупність низькопорогових рецепторів, сигнали від яких надходять на даний нейрон
  - Сукупність рецепторів, сигнали від яких надходять на даний нейрон
  - Сукупність нейронів мозку, сигнали від яких конвергуються на даний нейрон
  - Сукупність високопорогових рецепторів, сигнали від яких надходять на даний нейрон
  - Сукупність нейронів мозку, сигнали від яких іррадіюють на даний нейрон

10. Що забезпечує латеральне гальмування у сенсорних системах?

- А. Зниження активності підкіркових центрів
- В. Зниження надмірності інформації та виділення найбільш значущих відомостей про подразник
- С. Підвищення надмірності інформації та деталізації властивостей подразника
- Д. Зниження амплітуди рецепторних і генераторних потенціалів
- Е. Зниження активності кіркових центрів

#### **Відповіді**

1.Е, 2.Д, 3.Д, 4.В, 5.Е, 6.А, 7.Е, 8.С, 9.В, 10.В.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Центральні механізми адаптації в сенсорних системах забезпечуються переважно:

- А. Аферентними впливами
- В. Еферентними впливами
- С. Зміною чутливості рецепторів
- Д. Лише збуджувальними впливами вищих відділів на нижчі
- Е. Зміною кількості рецепторів

2. Які переважно впливи у сенсорних системах передаються еферентними шляхами?

- А. Полегшуючі
- В. Збуджувальні
- С. Гальмівні
- Д. Тонічні
- Е. Усі відповіді правильні

3. До інтерорецепторів належать:

- А. Вестибуло-, пропріо-, вісцерорецептори
- В. Вісцеро-, фото-, фонорецептори
- С. Вестибуло-, нюхові, смакові рецептори
- Д. Тактильні, термо-, механорецептори
- Е. Больові та пропріорецептори

4. У чому полягає фізіологічний сенс «лійки», що розширюється?

- А. У втраті специфічності сигналу
- В. В обмеженні кількості інформації, що надходить
- С. У забезпеченні дробового і складного аналізу різних ознак сигналу
- Д. У виділенні найважливіших ознак подразника
- Е. У збільшенні інформації, що надходить

5. Що забезпечує багатоканальність сенсорних систем?

- А. Процес адаптації
- В. Низьку надійність і грубість аналізу
- С. Процес кодування інформації
- Д. Процес декодування
- Е. Високу надійність і тонкість аналізу

6. Згідно із законом Вебера — Фехнера, відчуття:

А. Збільшується пропорційно логарифму інтенсивності подразнення

В. Збільшується прямо пропорційно інтенсивності подразнення

С. Зменшується пропорційно логарифму інтенсивності подразнення

Д. Збільшується обернено пропорційно до інтенсивності подразнення

Е. Усі відповіді неправильні

7. У чому виявляється адаптація рецептора за умов тривалої дії подразника?

- А. У постійності його збудливості
- В. У зміні його провідності
- С. У відкритті іонних каналів
- Д. У зміні його збудливості
- Е. У посиленні його збудливості

8. Подразник, до дії якого рецептор пристосований у процесі еволюції, називається:

- А. Біологічним
- В. Адекватним
- С. Фізичним
- Д. Фізіологічним
- Е. Універсальним

9. Рецепторний потенціал має характер:

- А. Збудження, що поширюється
- В. Локального збудження
- С. Застійного збудження
- Д. Збудження, що іррадіює
- Е. Гальмування, що поширюється

10. Руйнування асоціативної кори головного мозку супроводжується грубими порушеннями:

- А. Навчання і пам'яті
- В. Вегетативних функцій
- С. Гомеостазу
- Д. Координації руху
- Е. Усі відповіді правильні

#### **Відповіді**

1.В, 2.С, 3.А, 4.С, 5.Е, 6.А, 7.Д, 8.В, 9.В, 10.А.

#### **Ситуаційні завдання**

1. Під час передачі інформації у сенсорних системах використовується, серед інших, принцип частотної модуляції. У тій самій групі рецепторів в експерименті двічі зареєстровані пачки імпульсів, загальна кількість яких за одиницю часу у кожній пачці однакова. Чи можна стверджувати, що в обох випадках передавалася одна і та ж інформація?

2. Поясніть, чому найрізноманітніші подразники і до того ж різної модальності викликають у рецепторних клітинах одноманітну відповідь — виникнення рецепторного потенціалу.

3. Людина дивиться на групу людей і водночас фотографує її. Відображення цієї групи виникає і в мозку, і на фотоплівці. У якому випадку відбувається обробка інформації та у чому це віражається?



4. Якщо заплющити очі та катати двома сусідніми переперещеними пальцями горошину, то виникає відчуття однієї горошини. Якщо зробити те ж саме переперещеними пальцями, виникає відчуття двох горошин (дослід Аристотеля). Поясніть фізіологічні механізми, які лежать в основі даного феномена.

5. Поясніть, чому людина не відчуває каблучку, яку постійно носить на пальці, але виразно відчуває, коли на цей палець сіла муха.

6. Один випробовуваний деякий час тримав руку у посудині з водою, а потім переніс її в посудину з водою температурою 20 °С. Вода здалася йому холодною. Другий виконав аналогічний дослід, але йому вода у 20 °С здалася теплою. Поясніть, у чому причина різних відчуттів.

7. Людина тривалий час знаходилася в умовах поступового і повільного зниження температури докільця. Вона не відчувала холоду, але сталося обмороження кінцівок. Поясніть:

1) Які параметри зміни температурної дії є необхідними для появи відповідного температурного відчуття?

2) Чому чутливість холодних рецепторів була зниженою?

3) Поясніть фізіологічні механізми відсутності холоду за наявності відмороження.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Ні, не можна. Інформація, що передається, кодується не лише загальною кількістю імпульсів за одиницю часу, але і характером їх розподілу у пачці. Наприклад, одну і ту ж кількість патронів за хвилину можна витратити, стріляючи і довгими, і короткими чергами, і по черзі.

2. Тому що всі вони змінюють проникність мембрани рецепторної клітини для певних іонів, що приводить до виникнення рецепторного потенціалу.

3. Обробка інформації — це виділення із загального її потоку якоїсь частини, найбільш важливої для системи, що сприймає інформацію. Вочевидь, мозок обробляє інформацію, тому що ми бачимо і чуємо лише те, що нас цікавить. На фотоплівці ж фіксується все без винятку, отже, обробки інформації не відбувається.

4. У першому випадку подразнюються внутрішні поверхні пальців, які торкаються один до одного. У другому — зовнішні, які не торкаються один до одного. У природних умовах зовнішні поверхні сусідніх пальців водночас можуть подразнюватися лише двома предметами, тому в мозку і виникає відповідне відчуття.

5. Під час постійної дії тактильного подразника відбувається адаптація рецепторів і подразнення перестає відчуватися, тому каблучка на пальці перестає надавати подразнювальну дію.

6. Це пов'язано з адаптацією сенсорних систем до певного рівня подразнення. Реакція фізіологічної системи на яку-небудь дію залежить не лише від параметрів цієї дії, але і від функціонального стану системи у цей момент. У свою чергу, цей стан багато у чому залежить від попередніх

дій. Перший випробовуваний спочатку тримав руку у холодній воді, а другий — у гарячій. Аналогічним чином, якщо Ви увійдете до однієї і тієї ж кімнати з яскраво освітленою сонцем вулиці або з підвалу, то в першому випадку кімната здасться темною, а в другому — світлою.

7. 1) Певна швидкість зміни температурного режиму дії та температурний градієнт має бути не менше 0,5 %.

2) Терморецептори адаптувалися за умов тривалої дії постійного температурного подразника.

3) В основі механізму розвитку адаптації рецепторів лежить зміна проникності мембрани рецепторів для  $\text{Na}^+$ , через що підвищується пороговий рівень деполяризації та чутливість рецепторів знижується.

## **14.2. ДОСЛІДЖЕННЯ СОМАТОСЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ БОЛЮ І ЗНЕБОЛЮВАННЯ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіології аналізаторів, складових основних відчуттів і умінь проводити їх дослідження простими клінічними методами дозволяють лікареві диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані зі сприйняттям зовнішнього світу.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми сприйняття, проведення й аналізу параметрів подразнення системами аналізаторів.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану систем аналізаторів.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Структурно-функціональна організація соматосенсорної системи.

2. Шкірна рецепція. Види шкірної чутливості.

3. Пропріорецепція. М'язова і суглобова рецепція: типи рецепторів, будова, функції.

4. Фізіологічні основи болю. Ноцицепція, фізіологічна характеристика і класифікація ноцицепторів (Ч. Шеррінгтон).

5. Ноцицептивна система, її структурно-функціональна організація, провідні шляхи і рівні обробки інформації. Фізіологічне значення болю.

6. Антиноцицептивна система, її структурно-функціональна організація, опіатні та неопіатні механізми, фізіологічна роль.

7. Фізіологічні основи знеболювання.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Схематично намалюйте будову соматосенсорної системи і вкажіть на ній основні відділи і канали передачі інформації.

2. Намалюйте схему основних провідних шляхів соматосенсорної системи і вкажіть на ній види рецепторів, від яких вона передає нервові сигнали.

3. Намалюйте види шкірних рецепторів і вкажіть їх локалізацію та функцію.

4. Намалюйте схему м'язового веретена.

5. На прикладі іррадійованого болю поясніть основні принципи теорії конвергенції та полегшення.

6. Намалуйте схему виникнення відбитого болю.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження пропріорецептивної чутливості.

2. Дослідження тактильної чутливості різних ділянок шкіри людини.

3. Дослідження больової чутливості різних ділянок шкіри людини.

### **Методика дослідження пропріорецептивної чутливості**

Досконалість рухів значною мірою досягається за рахунок аферентної сигналізації від пропріорецепторів, розташованих у суглобових сумках, шкірі, скелетних м'язах і сухожиллях.

*Для роботи необхідні:* ручка, папір, динамометр.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи:*

1. Випробовуваний встає перед столом, на якому лежить аркуш паперу, бере у праву руку ручку і заплющує очі. Експериментатор бере руку випробовуваного і встановлює її у висхідне положення, яке має бути відмічене на папері крапкою. Потім експериментатор відриває від паперу руку випробовуваного, переносить її на деяку відстань від висхідної точки вправо або вліво, опускає, затримує її на 5 с, відзначає це місце і повертає руку у висхідне положення. Через 10 і 60 с випробовуваний повинен відтворити пасивний рух, заданий експериментатором. За цих умов останній робить на папері відмітку. Він же повертає руку випробовуваного у висхідне положення. Так само досліджують відтворення пасивних рухів руки випробовуваного від низу до верху і зверху донизу. Вимірюють відстань між крапкою, поставленою після пасивного руху, і крапками, що відображають активні рухи випробовуваного. Порівняти точність відтворення рухів у різних осіб у групі, а також залежність запам'ятовування положення і руху від часу після пасивного переміщення руки.

2. Злегка олівцем торкаються долоні випробовуваного, очі якого заплющені. Випробовуваний повинен іншим олівцем відзначити місце дотику. Роблять те ж саме, наносючи тактильне подразнення на шкіру плеча і передпліччя. Вимірюють відстані між точками — заданими і вказаними. Точність локалізації дотику до різних ділянок шкірної поверхні не однакова. Вона визначається тимчасовими зв'язками у корі півкуль людини між шкірно-тактильними і пропріорецептивними аналізаторами. Поясніть здатність людини

відтворювати пасивні рухи і локалізувати тактильні подразнення.

3. Випробовуваному пропонується, візуально контролюючи показники динамометра, «витиснути» 30 кг. Потім зробити те ж саме, лише із заплющеними очима, коли силу напруження м'язів контролюють пропріорецептори. Розраховують відсоток відхилення від заданого (30 кг) показника. Далі просять випробовуваного стискувати долоні впродовж однієї хвилини і повторити тест із динамометром.

*Результати роботи та їх оформлення.* Зареєструвати результати і зробити висновок, що погіршення результатів в останньому випадку пов'язане зі стомленням нервових центрів, які контролюють м'язовий тонус.

### **Методика дослідження тактильної чутливості різних ділянок шкіри людини**

Тактильні рецептори переважно локалізовані у поверхневих шарах шкіри з різною щільністю розташування (у середньому 25 на 1 см<sup>2</sup>). Тактильну чутливість досліджують за допомогою естезіометрів — дерев'яних або скляних паличок, на кінцях яких закріплені кінські або капронові волоски завдовжки 3–5 см. Вони мають різну товщину і довжину. Градування їх проводять шляхом натискання на чашу аналітичних терезів до моменту згинання волосків. Значення, яке показує прилад у даний момент, відповідає силі подразника.

*Для роботи необхідні:* волосковий естезіометр Фрея, картонний трафарет з отвором 1×1 см<sup>2</sup>, стілець, стіл.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить у зручному положенні із заплющеними очима, поклавши руку на стіл. За допомогою волоска Фрея встановлюють на шкірній поверхні тіла (долоня, передпліччя, щока, шия) наявність окремих дотикових точок і щільність їх розташування (за допомогою накладення трафарету з отвором 1 см<sup>2</sup>). Відчуття виникає, коли волосок потрапляє у дотикову точку. Найбільша їх кількість знаходиться на кінчиках пальців і на долоні. На ділянках шкіри, вкритих волоссяним покривом, тактильні рецептори розташовані у волоссяних сумках. Переконаються у цьому, торкаючись волосків.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані оформлюють у вигляді табл. 14.2 і порівнюють з показниками у різних випробовуваних.

### **Методика дослідження больової чутливості різних ділянок шкіри людини**

Больові механорецептори переважно локалізовані у поверхневих шарах шкіри з різною щіль-

Таблиця 14.2

№	Параметри	Локалізація рецепторів						
		Долоня	Тильна сторона долоні	Передпліччя	Плече	Шия	Спина	Щока
1	Наявність больових точок, +/-							
2	Щільність розташування на 1 см <sup>2</sup>							

ністю розташування — 3–20 на 1 см<sup>2</sup>. Відсутні на мочці вуха і внутрішній поверхні щоки (рівень 2-го корінного зуба).

*Для роботи необхідні:* шпилька з гострим кінчиком, картонний трафарет з отвором 1x1 см<sup>2</sup>, стілець, стіл.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить у зручному положенні із заплющеними очима, поклавши руку на стіл. За допомогою гострого кінчика шпильки встановлюють на шкірній поверхні тіла (долоня, передпліччя, щока, шия) наявність окремих больових і тактильних точок і щільність їх розташування (за допомогою накладення трафарету з отвором 1 см<sup>2</sup>). Відчуття дотику виникає, коли волосок потрапляє у тактильну точку, а відчуття болю — коли вістря шпильки потрапляє у больову точку. Завдання полягає у тому, аби відшукати роздільні тактильні та больові точки.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані оформлюють у вигляді табл. 14.3 і порівнюють з показниками у різних випробовуваних.

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Людина при ушкодженні шкіри відчула біль, це відчуття сформувалось у певному відділі кори головного мозку, а саме:

- A. У постцентральной звивині
- B. У прецентральной звивині
- C. У лобових частках
- D. У скроневої звивині
- E. В орбітофронтальной кори

2. Людина дістала опіки шкіри у сонячний день і страждає від болю. Укажіть, яка з нижчеперерахованих речовин брала участь у формуванні больового відчуття?

- A. Серотонін
- B. Гістамін
- C. Адреналін
- D. Ацетилхолін
- E. ГАМК

3. Людина постійно носить обручку і не відчуває її на своїй руці. Указати, які процеси сталися у мембрані аферентного нервового волокна за даних умов подразнення шкіри:

- A. Збільшення порога деполяризації
- B. Зростання збудливості
- C. Без зміни збудливості
- D. Без зміни порога деполяризації
- E. Зменшення порога деполяризації

4. Під час дослідження механорецепції у людини за умов дотику активувалися тільця Мейснера. Указати, який процес забезпечує їх активацію:

- A. Збільшення інтенсивності тиску
- B. Збільшення швидкості руху
- C. Вплив вібрації
- D. Зменшення швидкості руху
- E. Зменшення інтенсивності тиску та вібрації

5. У хронічному експерименті на тварині реєстрували викликані потенціали у соматосенсорній корі за умов стимуляції низькопорогових рецепторів. За цих умов вони не фіксувалися, оскільки у головному мозку синтезувалися ендогенні пептиди, які знімали больові відчуття. Указати ці речовини з нижчеперерахованих:

- A. Статини
- B. Ліберини
- C. Вазопресин
- D. АКТГ
- E. Ендорфіни

6. За умов травматичного ушкодження заднього чутливого корінця спинного мозку спостерігається втрата всіх видів шкірної чутливості, яка має на тулубі людини певний характер. Указати, який саме:

- A. Половинний
- B. Сегментарний
- C. Поздовжній
- D. Перехресний
- E. Стрічкоподібний

7. Ушкодження постцентральної звивини кори головного мозку у людини викликає випадання всіх видів чутливості певних ділянок тіла, а саме:

- A. Однойменної
- B. Протилежної
- C. Верхньої половини тулуба
- D. Шкіри голови
- E. Нижньої половини тулуба

8. Встановлено, що коли людина одягається, вона поступово втрачає відчуття одягу на своєму тілі внаслідок адаптації тактильних рецепторів як результату зміни проникності мембрани аферентного нервового волокна для іонів, а саме:

- A. Зниження для іонів кальцію
- B. Збільшення для іонів натрію
- C. Зменшення для іонів калію
- D. Збільшення для іонів кальцію
- E. Зменшення для іонів натрію

Таблиця 14.3

№	Параметри	Локалізація рецепторів						
		Долоня	Тильна сторона долоні	Передпліччя	Плече	Шия	Спина	Щока
1	Наявність больових точок, +/-							
2	Щільність розташування на 1 см <sup>2</sup>							

9. Установлено, що характер поведінки людини змінюється за умов значних температурних коливань повітря — від мінусових до плюсових його значень. Цьому відповідає кількість холодних і теплових рецепторів, які знаходяться у певному співвідношенні:

- A. 5:1
- B. 3:1
- C. 8:1
- D. 2:1
- E. 6:1

10. Людина, що страждає від хронічного больового відчуття, звернулася до нейрохірургічної клініки, де методом стереотаксичної операції її позбавили нестерпного відчуття. Указати, які з нижченаведених структур головного мозку були вимкнені:

- A. Вентромедіальні ядра таламуса
- B. Супраоптичні ядра таламуса
- C. Вентропостлатеральні ядра таламуса
- D. Таламус (таламектомія)
- E. Нервові волокна, що зв'язують лобові частки з таламусом (лобова лейкотомія)

### **Відповіді**

1.A, 2.B, 3.A, 4.B, 5.E, 6.B, 7.B, 8.E, 9.E, 10.C.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Як називаються больові рецептори?

- A. Соматорецептори
- B. Ноцицептори
- C. Пропріорецептори
- D. Дистантні рецептори
- E. Контактні

2. До об'єктивних ознак болю належать зміни:

- A. Кров'яного тиску
- B. Усі відповіді правильні
- C. Ритму серцевої діяльності
- D. Ритму дихання
- E. Лейкоцитарної формули і гормонального спектра плазми крові

3. Який біль виникає за умов ушкодження сполучної тканини, кісток, суглобів, м'язів?

- A. Вісцеральний
- B. Соматичний поверхневий, відстрочений
- C. Соматичний поверхневий
- D. Соматичний поверхневий, початковий
- E. Соматичний глибокий

4. Де міститься найбільша кількість ноцицепторів на одиницю площі?

- A. У сухожиллях
- B. У шкірі
- C. У внутрішніх органах
- D. У м'язах
- E. У кістковій тканині

5. Як називається больова чутливість, яка є філогенетично більш давньою, без чіткої локалізації, дифузна?

- A. Соматична
- B. Протопатична
- C. Епікритична
- D. Вісцеральна
- E. Каудальна

6. Як змінюється больова чутливість за умов збудження структур антиноцицептивної системи мозку?

- A. Підвищується
- B. Різко підвищується
- C. Знижується
- D. Не змінюється
- E. Різко знижується

7. Як називається повна втрата больової чутливості?

- A. Гіпералгезія
- B. Аналгезія
- C. Нормалгезія
- D. Каузалгія
- E. Гіпоалгезія

8. Як змінюється больова чутливість за умов блокування структур антиноцицептивної системи мозку, наприклад, налоксоном?

- A. Різко знижується
- B. Не змінюється
- C. Різко зростає
- D. Дана система не має відношення до больової чутливості
- E. Усі відповіді неправильні

9. Які речовини, що виділяються антиноцицептивною системою мозку, пригнічують больову чутливість?

- A. Брадикінін, субстанція P
- B. Адреналін, норадреналін
- C. Ацетилхолін, гістамін
- D. Простагландини, іони калію
- E. Ендорфіни, енкефаліни

10. Як змінюється больова чутливість за умов тривалої дії больової стимул-реакції?

- A. Знижується
- B. Підвищується
- C. Істотно не змінюється
- D. Спочатку підвищується, а потім знижується
- E. Спочатку знижується, а потім підвищується

### **Відповіді**

1.B, 2.B, 3.E, 4.B, 5.B, 6.C, 7.B, 8.C, 9.E, 10.C.

### **Ситуаційні завдання**

1. Азбука Брайля для сліпих є сукупністю різних опуклих крапок. Обмацуючи їх кінчиками пальців, сліпа людина «читає» букви. У зрячих людей здатність до такого «читання» вира-

жена значно гірше. Поясніть конкретну причину цих відмінностей.

2. Розставте перелічені нижче ділянки шкіри за ступенем зростання чутливості її до дотику: передпліччя, спина, підощва, ніс, кінчики пальців рук, губи, лоб.

3. Розставте перелічені нижче ділянки шкіри за ступенем зростання чутливості її до тиску: лоб, верхня повіка, підощва, спина, передпліччя.

4. Відстань між двома волосками Фрея 20 мм. Чим відрізнятиметься відчуття від дотику парю волосків до шкіри спини і долоні?

5. Для проведення оперативного втручання людина знаходиться під загальним наркозом. Як можна достовірно визначити, чи відчуває вона біль, не запитуючи її про це?

6. Під час обстеження людина скаржиться на біль у лівій руці, лопатці, епігастральній ділянці. Після збору анамнезу й огляду людина була направлена на обстеження до кардіолога. Поясніть:

1) Чому при захворюванні серця людина стала відчувати біль у вказаних ділянках?

2) Яким є механізм відбитого болю?

3) Якими волокнами передається ноцицептивна аферентація?

7. У собаки не виробляються умовні рефлекси на тактильну чутливість. Поясніть, яка ділянка кори головного мозку уражена.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Під час обмацування букв необхідно чітко визначити взаєморозташування опуклих крапок. Це пов'язано з просторовим порогом розрізнення. Аби швидко визначити положення близько розташованих крапок, поріг розрізнення має бути досить низьким. Це і спостерігається у сліпих людей, у яких, як відомо, тактильна чутливість значно підвищується, частково компенсуючи втрату зору.

2. Підощва, спина, передпліччя, лоб, ніс, губи, кінчики пальців рук.

3. Підощва, спина, передпліччя, лоб, верхня повіка.

4. Оскільки мінімальна відстань, на якій дві точки дотику сприймаються як два подразники, на спині дорівнює 50 мм, а на долоні — 20 мм, то в даному випадку випробовуваний відчує на спині дотик в одній точці, а на долоні — у двох.

5. При больовому подразненні спостерігається активізація симпатичної нервової системи, що зумовлює кілька вегетативних реакцій, у тому числі розширення зіниць.

6. 1) За рахунок «відбитого» болю.

2) Відбитий біль охоплює ділянки периферії, які іннервуються тим самим сегментом спинного мозку, що і внутрішній орган, який є ушкодженим (ноцицептивна стимуляція). Одна з причин відбитого болю — конвергенція ноцицептивних аферентів від шкіри і внутрішніх органів на тих самих нейронах, що дають початок висхідним ноцицептивним трактам (спіноталамічним). Друга причина — розгалуження первинних ноцицептивних аферентів у спінальних нервах з ут-

воренням двох і більше колатералей, отже, одне волокно іннервує і поверхневу, і внутрішню структуру.

7. Центри тактильної чутливості знаходяться на стику скроневої, тім'яної та потиличних часток.

### **14.3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОРОВОЇ СЕНСОРНОЇ СИСТЕМИ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіології зорового аналізатора й уміння проводити його дослідження простими клінічними методами дозволяють лікареві диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані з функціонуванням зорової системи.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми сприйняття, проведення й аналізу параметрів подразнення зорового аналізатора.

2. Фізіологічні основи клінічних засобів дослідження функціонального стану зорового аналізатора.

*Питання для усного і тестового контролю:*

1. Структурно-функціональна організація зорової сенсорної системи.

2. Рецепторний апарат зорового аналізатора.

3. Будова і функція окремих шарів сітківки. Сліпа пляма.

4. Рефракція й акомодация. Провідниковий і кірковий відділи зорової сенсорної системи.

5. Формування зорового образу.

6. Сучасні уявлення про сприйняття кольору.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалуйте хід променів і зображення на сітківці у редукованому оці.

2. Намалуйте схему рефракції за умов міопії та гіперметропії.

3. Опишіть фотохімічні явища у сітківці ока.

4. Намалуйте електроретинограму. Укажіть і складові частини, їх походження.

5. Опишіть теорії кольоросприйняття.

6. Основні форми порушення сприйняття кольору.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Визначення гостроти зору.

2. Спостереження і вимірювання сліпої плями сітківки (дослід Маріотта).

3. Визначення полів зору.

4. Дослідження здатності аналізу кольору.

5. Дослідження бінокулярного зору.

6. Дослідження ілюзії маси за умов відмінностей об'єму предметів.

*Методика визначення гостроти зору*

*за допомогою таблиць Сивцева — Головіна*

Гострота зору — це найменша відстань між двома точками, які око здатне бачити окремо. За умов нормального зору око розрізняє дві роздільні точки під кутом зору  $1^\circ$ . Гострота зору такого ока, або візус (*visus*), дорівнює 1,0. Визначається гострота зору за допомогою спеціальних таблиць з рядами букв або незамкнутих кілець Сивцева — Головіна. Розміри знаків зменшують-

ся зверху вниз. З лівого боку кожного ряду таблиці вказано відстань у метрах ( $D$ ), на якій нормальне око повинне бачити всі деталі знаків даного рядка. З правого боку від кожного рядка вказана гострота зору ( $V$ ), яка розраховується за формулою:

$$V = d/D,$$

де  $V$  — гострота зору (візус);  $d$  — відстань, з якої випробовуваний читає даний рядок;  $D$  — відстань, з якої випробовуваний повинен читати даний рядок за умов нормальної гостроти зору.

*Для роботи необхідні:* таблиця для визначення гостроти зору, непрозорий щиток, указка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сидить або стоїть на відстані 5 м від таблиці. Одне око закривається спеціальним щитком. Починаючи з верхнього рядка, указкою вказують на літеру або незамкнене кільце, поступово переходячи від великих до дрібних. Той рядок, знаки якого випробовуваний називає безпомилково або з деякими помилками (не більше 20 %), є показником гостроти зору для даного ока. Цю ж процедуру проводять з другим оком.

*Результати роботи та їх оформлення.* Запишіть результати визначення гостроти зору для кожного ока. Якщо випробовуваний бачить добре 10-й рядок, який і повинен бачити з відстані 5 м, то гострота зору цього ока, розрахована за формулою  $V = d/D$ , дорівнює 1,0 — це нормальна гострота зору, а якщо випробовуваний бачить лише 5-й рядок з 5 м, а повинен бачити його з відстані 12,5 м, то гострота зору ока дорівнює  $5/12,5 = 0,4$  — це знижена гострота зору.

#### **Методика визначення поля зору за допомогою периметра Форстера**

*Для роботи необхідні:* периметр Форстера, паличка, на кінцях якої є білі та кольорові мітки, лінійка, циркуль, стандартні бланки із зображенням нормального поля зору для білого кольору.

*Об'єкт дослідження* — людина.

Периметр Форстера складається з металевої дуги, розділеної на градуси. Дуга, прикріплена до підставки, може обертатися довкола своєї осі і знаходиться у різних площинах. Навпроти середини дуги розташовують підборіддя. По внутрішній стороні дуги ковзає біла або кольорова мітка. На осі дуги знаходиться білий фіксований кружок.

*Проведення роботи.* Випробовуваний сідає спиною до світла, периметр має бути рівномірно освітлений. Підборіддя поміщають на спеціальну підставку так, щоб досліджуване око знаходилося на рівні нижнього краю візирної пластинки. За цих умов друге око має бути заплющене. Дуга периметра встановлюється у горизонтальне положення. Випробовуваний фіксує погляд точно на білому кружку у центрі дуги. Експериментатор повільно пересуває паличку з білою міткою від периферії до центру, а випробовуваний повідомляє про момент появи білої мітки у полі його зору. Відзначають відповідне положення мітки на дузі крапкою на стандартному бланку.

Потім визначають поле зору з другого боку дуги і також відзначають на стандартному бланку. Ці крапки відображають зовнішню та внутрішню межі поля зору. Для визначення верхньої та нижньої межі поля зору дугу периметра переводять у вертикальне положення. Аналогічно вимірюють межі поля зору, кожного разу повертаючи дугу периметра на  $15^\circ$ . Білу мітку замінюють на кольорову і так само визначають поле зору для різних кольорів. За цих умов випробовуваний повинен точно визначити колір мітки. Поле зору неоднакове у різних меридіанах. Внизу і зовні воно більше, ніж вверху і всередині. Найбільше поле зору для білого кольору, для синього і жовтого воно більше, ніж для червоного і зеленого.

*Результати роботи та їх оформлення.* Нанесіть на стандартні бланки для правого і лівого ока знайдені крапки і з'єднайте їх лініями. Порівняйте отримане для кожного ока поле зору з нормальним, показаним на бланку. Поясніть, чому поле зору для білого кольору більше, ніж для кольорового.

#### **Методика спостереження і вимірювання сліпої плями сітківки (дослід Маріотта)**

Сліпа пляма є проекцією місця розташування диска зорового нерва. У цьому місці відсутня сітчаста оболонка з колбами і паличками, тому зображення, що потрапляє на цю ділянку очного дна, не сприймається. Дефект у полі зору на місці сліпої плями не відчувається за рахунок бінокулярного зору. За умов монокулярного зору сліпу пляму можна виявити. Зміни її величини і форми можуть спостерігатися у разі деяких захворювань ока (застійний сосок, глаукома, скотома).

*Для роботи необхідна спеціальна чорна картка із зображенням білого кружка справа і білого хрестика зліва.*

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний тримає картку у витягнутій правій руці. Лівою рукою закриває ліве око і повільно наближає картку до розплющеного правого ока. За цих умов погляд фіксується на зображенні хрестика зліва. Приблизно на відстані 20–25 см від ока зображення білого кружка зникає, розпливаючись на чорному фоні, внаслідок того, що його зображення потрапило на сліпу пляму. Дослід повторюють, але вже із заплющеним правим оком.

*Результати роботи та їх оформлення.* Виміряйте відстань від ока до картки у момент зникнення другого зображення окремо для кожного ока і порівняйте отримані значення.

#### **Методика визначення здатності до аналізу кольору**

Згідно з трикомпонентною теорією, сприйняття кольорів забезпечується трьома типами колб із різною світловою чутливістю. Одні з них чутливі до червоного кольору, другі — до зеленого, треті — до синього. Нормальний кольоровий зір необхідний для багатьох професій (водії наземного транспорту, льотчики, дизайнери). Деякі люди (в основному чоловіки — 8 %) страждають

на порушення кольоросприйняття. Це пов'язано з відсутністю певних генів у статевій (непарній у чоловіків) X-хромосомі.

Існує три різновиди часткової кольорової сліпоти:

- сліпота на червоний колір — протанопія;
- сліпота на зелений колір — дейтеранопія;
- сліпота на синій і фіолетовий кольори — тританопія.

Здатність до аналізу кольорів визначають за допомогою поліхроматичних таблиць Рабкіна. На таблицях нарисовані плями різного кольору і розміру, розташовані так, щоб утворювалися цифри або фігури (коло, трикутник). На тлі плям одного кольору є плями іншого кольору, що зображують цифру або яку-небудь фігуру, добре помітну людям з нормальним кольоровим зором. За умов порушення здатності розрізняти кольори людина не в змозі відрізнити колір плям, що зображують цифру, від кольору плям, які складають фон, і не помічають цифри або фігури.

*Для роботи необхідні:* поліхроматичні таблиці, індивідуальна карта для реєстрації даних сприйняття кольору.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Для дослідження необхідне добре освітлення таблиць. Рекомендують використовувати лампи денного світла. Випробовуваного садять спиною до вікна і пропонують йому тримати голову прямо. Таблиці розташовують у суворо вертикальній площині на рівні очей випробовуваного на відстані 0,5–1 м від нього. Під час демонстрації рекомендується класти таблиці на стіл або тримати їх у похилій площині, оскільки це може позначитися на точності методики і висновках дослідження. Якщо випробовуваний дає нечіткі відповіді при демонстрації деяких таблиць, йому пропонується обвести цифри або фігури пензликом, тому що включення моторного компонента полегшує, як правило, сприйняття зображень, або показати одну і ту ж таблицю кілька разів. Час експозиції таблиць для дослідження кольорового зору — близько 5 с. Проте цей час можна збільшити, особливо для таблиць XVIII і XXI. Тривалість процесу показу всієї серії таблиць — 10–15 хв. Відповіді випробовуваного заносять у спеціальну картку, зразок якої додається до таблиць. Якщо випробовуваний прочитав таблицю правильно, ставлять (+), якщо прочитав невпевнено, ставлять знак питання (?), якщо прочитав неправильно або зовсім не прочитав, ставлять мінус (–).

*Результати роботи та їх оформлення.* Занесіть відповіді випробовуваного до картки і на основі отриманих даних зробіть висновок, чи виявлена у даного випробовуваного нормальна або порушена здатність розрізняти кольори. Якщо порушена, то визначають, до якої патологічної категорії вона належить.

#### **Методика дослідження бінокулярного зору**

Бінокулярний зір — це зір двома очима. Він забезпечує відчуття глибини простору. У людини з нормальним зором під час розгляду якогонебудь предмета не виникає відчуття двох

об'єктів. Це пов'язано з тим, що зображення предмета потрапляє на симетричні (ідентичні) точки сітківки, збудження від яких об'єднується у первинній зоровій корі в єдиний образ. Якщо зображення предмета потрапляє на неідентичні (диспаратні) точки сітківки обох очей, то буде роздвоєне зображення. Двоїння в очах можна отримати, натискаючи на одне око збоку, при цьому відбувається зсув відповідних точок сітківки. Існують різні тести, що виявляють порушення бінокулярного зору.

#### **Методика проведення тесту «Два олівці»**

*Для роботи необхідні* два олівці.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Один олівець лежить на столі. Просять випробовуваного, не закриваючи око, опустити другий олівець перпендикулярно по відношенню до лежачого на столі так, щоб другий олівець торкнувся середини першого олівця, який на столі. Людина з нормальним бінокулярним зором торкнеться першого олівця під час першої спроби, а з порушенням — не зможе цього зробити навіть після кількох спроб. Далі просять випробовуваного опустити другий олівець і торкнутися його кінчиком першого олівця за умов закритого по черзі правого і лівого ока. При монокулярному зорі не вдається точно торкнутися другим олівцем першого.

*Результати роботи та їх оформлення.* Відзначте, наскільки точно випробовуваний торкнувся другим олівцем першого, коли обидва ока були розплющені, і з якої за рахунок спроби. Поясніть, чому за умов одного розплющеного ока ця пробу провести важче.

#### **Методика проведення тесту «Дірка у долоні»**

*Для роботи необхідна* металева трубка з наскрізним отвором.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний двома очима розглядає через отвір у трубці, яку він тримає лівою рукою, добре освітлений простір, що знаходиться перед трубкою. Розглядаючи все той же простір, випробовуваний прикладає до трубки праворуч від неї свою праву долоню. Якщо у випробовуваного не порушений бінокулярний зір, то зображення простору через отвір у трубці з'явиться в середині долоні випробовуваного, ніби пронизуючи її наскрізь — «дірка у долоні». За умов порушеного бінокулярного зору «дірка у долоні» не з'явиться.

*Результати роботи та їх оформлення.* Проаналізуйте відповіді випробовуваного і зробіть висновок про відсутність або наявність порушень бінокулярного зору.

#### **Дослідження зорової ілюзії маси за умов відмінностей об'єму предметів**

*Для роботи необхідні:* ваги, а також два куби різної величини та щільності, але однакової маси (500 г) і кольору, що складаються зі свинцю і дерева.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний піднімає спочатку один куб, потім другий. Великий

куб при суб'єктивному визначенні його маси здається легшим, ніж маленький. Повторюють дослід за умови, що випробовуваний не бачить куби, піднімаючи їх. Після цього зважують куби і переконуються, що маса їх однакова.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані записують до протоколу і порівнюють з показниками у різних випробовуваних. Ілюзія маси має у своїй основі вироблені у кожної людини тимчасові зв'язки між зоровими і руховими аналізаторами. При підйомі великих вантажів розвивається більше м'язове зусилля, ніж при підйомі малих. Під час зорової оцінки зазвичай важчим вважається предмет, що має великі розміри.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Під час дослідження гостроти зору обстежуваному встановлено діагноз — гіперметропія. Для корекції зору лікар прописав йому окуляри з лінзами:

- A. Розсіювальними
- B. Збиральними (двоопуклими)
- C. Астигматичними
- D. Циліндровими
- E. Затемненими

2. Клінічними спостереженнями встановлено, що після 40 років найближча точка чіткого бачення поступово віддаляється. Що є основною причиною цього явища?

- A. Астигматизм
- B. Пресбіопія (ослаблення акомодатції)
- C. Міопія
- D. Дальтонізм
- E. Ністагм очей

3. Досліджуючи розширення зіниць очей під час хірургічних втручань, встановили, що це відбувається в окремих випадках за умов недостатньої глибини наркозу як наслідок активації певних систем:

- A. Вагоінсулярної
- B. Гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковозалозної
- C. Метасимпатичної нервової
- D. Симпатичної нервової
- E. Парасимпатичної нервової

4. Під час обстеження гостроти зору у 25-річної людини було виявлено його порушення, яке піддавалося корекції двоопуклими лінзами. Указати можливу причину цього порушення:

- A. Астигматизм
- B. Міопія
- C. Гіперметропія
- D. Пресбіопія
- E. Акомодатія

5. Досліджуючи можливість оптичних систем ока людини, встановили, що під час розгляду далеких предметів їх заломлююча сила змінюється і може досягати оптимальних величин у діоптріях. Указати, яких саме:

- A. 45 діоптрій
- B. 65 діоптрій
- C. 59 діоптрій
- D. 70 діоптрій
- E. 70,5 діоптрій

6. За умов клінічного обстеження у людини встановлена повна сліпота на ліве око. Указати, що з наведеного може спричинити ушкодження зорової сенсорної системи:

- A. Латеральні колінчасті тіла таламуса
- B. Лівий зоровий нерв до перехрещення
- C. Перехрещення зорових нервів
- D. Зорова кора головного мозку
- E. Верхні горбики чотиригорбикового тіла

7. Під час електрофізіологічних досліджень встановлено, що під впливом квантів світла у мембрані фоторецепторів сітківки ока виникає у першу чергу явище гіперполяризації, що виявляється у вигляді потенціалу:

- A. Збуджувального постсинаптичного
- B. Генераторного
- C. Раннього рецепторного
- D. Місцевого локального
- E. Пізнього рецепторного

8. Встановлено, що за оптимальних умов оптичної системи ока людини при розгляданні близько розташованих предметів змінюється його сила у діоптріях. Вона може досягати нижченаведених величин:

- A. 59 діоптрій
- B. 65 діоптрій
- C. 70,5 діоптрій
- D. 45 діоптрій
- E. 75 діоптрій

9. Під час обстеження зору у людини 45 років виявлена оптична невідповідність заломлюючих середовищ ока, яка піддавалася корекції за допомогою двоопуклих лінз. Це могло бути зумовлено однією з нижченаведених причин:

- A. Міопія
- B. Гіперметропія
- C. Астигматизм
- D. Акомодатія
- E. Дальтонізм

10. У картинній галереї демонстрували твори епохи класицизму, і поряд із полотном «Жінка у червоному» була виставлена вдала копія цього полотна невідомого художника, який страждав несприйнятливостю до червоного кольору. Таке явище називається:

- A. Тританомія
- B. Трихроматія
- C. Дейтеранопія
- D. Протанопія
- E. Дальтонізм

### Відповіді

1.B, 2.B, 3.D, 4.C, 5.C, 6.B, 7.C, 8.C, 9.B, 10.D.



**Тестові завдання до самоконтролю  
рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. У яких ділянках органічні порушення супроводжуються практичним вимкненням функції зорового тракту?

А. Виключно у латеральних колінчастих тілах

В. У латеральних колінчастих тілах і претектальній зоні

С. У латеральних колінчастих тілах, претектальній зоні та верхніх горбиках чотиригорбикового тіла

Д. У латеральних колінчастих тілах, претектальній зоні, верхніх горбиках чотиригорбикового тіла і супрахіазматичних ядрах

Е. У латеральних колінчастих тілах, претектальній зоні, верхніх горбиках чотиригорбикового тіла і супрахіазматичних ядрах, а також у ядрах черепно-мозкових нервів третьої та четвертої пар

2. У людини внаслідок ушкодження тканин ока реєструється сплюснення поверхні рогівки. Які порушення гостроти зору можуть розвинутися за цих умов?

А. Посилення здатності до чіткого бачення на відстані

В. Ослаблення здатності до чіткого бачення на відстані

С. Формування розладів просторового сприйняття

Д. Порушення кольорового зору

Е. Астигматизм

3. У людини реєструється порушення кольорового зору у вигляді переважання сприйняття червоного кольору з максимумом спектральної яскравості за умов довжини хвилі 520 нм. Який вид порушень кольорового зору реєструється у цьому випадку?

А. Протаномалія

В. Дейтераномалія

С. Амбліопія

Д. Тританомалія

Е. Гомонімна геміанопсія

4. У людини корекція функції зору була досягнута за рахунок носіння двоопуклих лінз. Який тип порушень функції зорового аналізатора реєструється за цих умов?

А. Астигматизм

В. Далекозорість

С. Дальтонізм

Д. Куряча сліпота

Е. Міопія

5. Чому може дорівнювати максимальна довжина ока, якщо заломлююча сила неакомодового ока жінки-еметропа становить 60 діоптрій?

А. 14,5 мм

В. 15,5 мм

С. 16,5 мм

Д. 17,5 мм

Е. 18,5 мм

6. У людини виявлено зниження вмісту трансдуцину в сітківці ока. Які функції трансдуцину порушаться за цих умов?

А. Трансдуцин редукує мембранну провідність шляхом закриття натрієвих каналів

В. Трансдуцин стимулює синаптичну активність шляхом відкриття кальцієвих каналів

С. Трансдуцин ініціює відповідь фоторецептора шляхом перетворення 11-цис-ретиналю на транс-ретиналь

Д. Трансдуцин підвищує активність родопсину шляхом перетворення вітаміну А на 11-цис-ретиналь

Е. Трансдуцин знижує концентрацію циклічного гуамідин-монофосфату (цГМФ) шляхом активації фосфодіестерази

7. Яка з наведених характеристик зору страждає за умов зменшення кількості паличок?

А. Змінюється функція жовтої плями

В. Змінюється сприйняття кольору

С. Змінюється чутливість до яскравого світла

Д. Страждає рівень активності зорової системи у цілому

Е. Здатність до формування явища контрасту

8. Ураження яких структур мозку може супроводжуватися формуванням ністагму?

А. Неоцеребелума

В. Архіцеребелума

С. Палеоцеребелума

Д. Таламуса

Е. Кори головного мозку

9. У людини реєструється порушення кольорового зору у вигляді переважання сприйняття зеленого кольору з максимумом спектральної яскравості за умов довжини хвилі 580 нм. Який вид порушень кольорового зору реєструється у цьому випадку?

А. Протаномалія

В. Дейтераномалія

С. Амбліопія

Д. Тританомалія

Е. Гомонімна геміанопсія

10. У людини реєструється порушення кольорового зору у вигляді невірної сприйняття жовтого і синього кольорів. Який вид кольорового зору реєструється у цьому випадку?

А. Протаномалія

В. Дейтераномалія

С. Амбліопія

Д. Тританомалія

Е. Гомонімна геміанопсія

**Відповіді**

1.D, 2.A, 3.A, 4.B, 5.C, 6.E, 7.A, 8.B, 9.B, 10.D.

**Ситуаційні завдання**

1. У двох людей під час визначення найближчої точки ясного бачення виявлено такі показни-

ки: 12 і 30 см. Хто з цих людей старший? Чи можна назвати приблизно їх вік?

2. Назвіть основний симптом ураження поля 17 за Бродманом у корі гомологічного мозку.

3. У людини є ушкодження лівого зорового нерва. Намалуйте картину зміни полів зору.

4. У людини ушкоджений зоровий тракт справа після перехрещення (хіазми). Намалуйте картину зміни полів зору.

5. Величина зображення людини на сітківці іншої людини дорівнює 1 мм. Зріст першої 170 см. Розрахуйте, на якій відстані один від одного вони знаходяться.

6. За умов експериментального дослідження визначили, що критична частота злиття миготінь є нижчою для слабких спалахів світла. Виміряли окремо цей показник для паличок і колбочок. Поясніть, у якому випадку величина критичної частоти злиття миготінь виявилася вищою.

7. Поясніть, чому під водою краще видно у масці, ніж без неї.

8. Поясніть, чому, розглядаючи предмет, людина наближає його до очей.

9. Людина дивиться прямо перед собою. Поясніть, у якому випадку вона зможе раніше помітити предмет, який рухається вздовж ока на відстані 2 м: коли він переміщується зверху вниз або справа наліво.

10. Поясніть, на основі яких ознак людина судить про напрям і швидкість руху предметів, що віддаляються від неї.

11. Поясніть, у чому принципова відмінність механізмів фокусування зображення ока та фотоапарата.

12. Поясніть, чому далекозорі люди для того, щоб прочитати текст, відсовують його від себе.

13. Дві людини страждають на далекозорість і носять окуляри. Яке питання (одне і те саме) потрібно їм поставити, щоб переконатися, що причина далекозорості у них однакова або різна?

14. Під час розгляду зірок нічного неба людина може побачити зірки, що відносно слабо світяться, використовуючи периферійний зір. Поясніть механізм даного явища.

15. Якби розміри колбочок були у кілька разів більшими, ніж насправді, поясніть, як змінилася б за цих умов гострота зору?

16. У випробовуваного викликали рефлекс Даньїні — Ашнера (окосерцевий) за умов розплющених очей. Він повідомив, що за цих умов предмети стали двоїтись. Поясніть, чи свідчить це про якусь патологію.

17. У сітківці ока є біполярні клітини, які забезпечують зв'язок фоторецепторів (паличок) із зоровими центрами, що знаходяться у мозку. Кожна із цих клітин може утворювати синапси з кількома паличками. Дане явище називається синаптичною конвергенцією. Воно сприяє підвищенню чутливості ока до слабого світла. Поясніть, чому це відбувається.

18. Уночі предмети видно краще, якщо не дивитися прямо на них. Поясніть це явище.

19. У сітківці ока жаби є спеціальні детектори, що чітко виділяють рухомий предмет, але неру-

хомі об'єкти жаба просто не бачить. Поясніть, яким способом можна здійснювати годування піддослідних жаб, що знаходяться в умовах лабораторії та не мають доступу до рухливих комах, які є складовими основи їх раціону.

20. Око людини, подібно до ока жаби, також перестає бачити нерухому точку, якщо вона хоч би кілька секунд діє на одні і ті ж самі елементи сітківки. Поясніть, який механізм активізується у зоровому аналізаторі людини, аби зберегти можливість бачити нерухомі предмети.

21. У далекозорі людини відсутні окуляри, а їй необхідно прочитати всього кілька слів. Поясніть, як це зробити, не використовуючи жодних пристосувань.

22. У природних умовах завдяки сакадичним стрибкам очного яблука зображення падає на різні фоторецептори і людина може бачити нерухомі предмети. Поясніть, як експериментальним шляхом довести, що за умов подразнення одні і ті ж самі фоторецептори вже за кілька секунд перестають генерувати збудження.

23. За умов переходу з темного приміщення на яскраве світло або навпаки минає деякий час, поки очі пристосуються до нових умов освітлення. Адаптація до темноти відбувається довше, ніж до яскравого світла. Поясніть, чому.

24. Якщо слізні залози перестають функціонувати, то рогова оболонка пересихає і піддається різним захворюванням, що може призвести до сліпоты. Запропонуйте кілька способів компенсації відсутності слізної рідини у такої людини.

25. На відміну від інших тканин ока, кришталік протягом життя у багатьох людей поступово дегенерується. Це може призвести до його помутніння — катаракти. Буде потрібна операція. Поясніть, чому такі зміни властиві саме кришталіку (і рогівці) більшою мірою, ніж іншим тканинам ока.

26. Перед Вами кілька людей. Як визначити, кому з них була зроблена операція з приводу видалення катаракти?

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. З віком найближча точка ясного бачення віддаляється від ока. Отже, друга людина старша 40 років. Першій близько 25.

2. Сліпота. У 17-му полі кори головного мозку у людини знаходиться кіркове ядро зорового аналізатора (на сторонах шпорної борозни потиличної частки мозку).

3. За умов ушкодження лівого зорового нерва буде повне випадіння поля зору лівого ока.

4. У цьому випадку спостерігатиметься правостороння гомонімна геміанопсія, тобто випадіння правих половин поля зору на обох очах.

5. Відстань від сітківки ока до вузлової точки ока прийняти за 15 мм. Величина зображення на сітківці менша предмета у стільки разів, у скільки відстань від сітківки до вузлової точки ока менша відстані від цієї точки до предмета. Звідси легко розрахувати, що відстань між людьми — 25,5 м.

6. Палички активніші за умов низької інтенсивності освітлення, а колбочки — за умов високої. Тому критична частота злиття миготінь для паличок нижча, а для колбочок — вища.

7. Показники заломлення води, рогівки і середовища ока приблизно однакові. Око пристосоване для ходу променів у системі «повітря — рогівка». Тому повітряна камера, поміщена перед очима, покращує зір під водою.

8. За умов наближення предмета до ока зростає розмір його зображення на сітківці ока.

9. Оскільки розмір поля зору в горизонтальній площині зовні більший, ніж у вертикальній зверху, то раніше у полі зору людини виявиться предмет, що рухається зліва направо.

10. На основі швидкості зміни величини зображення предмета на сітківці та його чіткості.

11. У фотоапараті для наведення на різкість змінюється відстань від лінзи до світлосприймаючого шару фотоплівки, а в оці наведення на різкість пов'язане зі зміною кривизни кришталика за умов незмінної відстані від вузлової точки ока до світлосприймаючого шару сітківки.

12. За цих умов досягається краще фокусування зображення на сітківці.

13. Причиною далекозорості може бути або дуже коротка поздовжня вісь ока, або ослаблення акомодатії у літньому віці. Тому питання повинне звучати приблизно так: «Чи носили Ви окуляри у молодості?»

14. Бічний зір забезпечується паличками, а центральний — колбочками, розташованими у центрі сітківки. Чутливіші до світла палички. Отже, завдяки ним людина може бачити зірки, що слабо світяться. Таким чином, використовуючи бічний зір (периферичні зони сітківки), можна побачити більше зірок, ніж лише центральним зором.

15. Для того щоб промені від двох точок, що максимально зближені, сприймалися окремо (це і характеризує гостроту зору), необхідно, аби вони потрапляли на різні колбочки, розділені хоч би однією незбудженою. За умовою завдання можливості для цього зменшилися б, отже, гострота зору знизилася.

16. Якщо одне очне яблуко деформоване або деформовані обидва, але різною мірою, то промені, що йдуть від однієї і тієї ж точки, потрапляють на неідентичні (диспаратні) точки обох сітківок. У природних умовах це відбувається, якщо промені йдуть від різних точок, тому і виникає під час натискання відчуття двох предметів. Без натискання промені від тієї самої точки потрапляють на ідентичні елементи обох сітківок, і людина отримує зображення однієї точки. Таким чином, дане явище не свідчить про патологію.

17. За умов дії слабого світла рецепторний потенціал, що виникає в одній окремій паличці, може виявитися дуже слабким, аби збудити біполярну клітину і викликати МПД, що поширюється по зоровому нерву. Якщо ж біполярна клітина піддається дії рецепторних потенціалів одночасно від кількох паличок, то відбувається просторова сумація, що забезпечує виникнення МПД навіть за умов слабої дії світла.

18. У випадку прямого погляду на предмети світло проходить уздовж оптичної осі ока і падає на сітківку у центральній ямці. У випадку непрямого погляду на предмети світло падає на периферичні ділянки сітківки. Саме у них знаходяться палички, що мають вищу чутливість до слабого світла.

19. Необхідно сконструювати спеціальні годівниці у вигляді невеликої каруселі, що обертається, за периметром якої розташувати їжу.

20. Очне яблуко людини постійно здійснює дуже дрібні, так звані сакадичні стрибки. Завдяки цьому зображення нерухомої крапки, що світиться, весь час потрапляє на різні елементи сітківки. У спеціальних експериментах були зареєстровані такі постійні мікропереміщення очного яблука при розгляді тих або інших нерухомих предметів.

21. Для того щоб збільшити глибину різкості під час фотографування, тобто забезпечити різне зображення близьких і віддалених предметів, об'єктив діафрагмують — звужують його діаметр. У випадку з людським оком необхідно дивитися на текст крізь невеликий отвір у папері або через віконце, утворене великими і вказівними (або середніми) пальцями обох рук.

22. Усунути сакадичні стрибки неможливо. Необхідно, аби предмет переміщався разом з очним яблуком. Для цього на рогівку приклеюють мікролампочку. Її світло падатиме на одні і ті самі фоторецептори незалежно від стрибків очного яблука. І тоді після включення лампочки випробуваний перестав її бачити вже через кілька секунд.

23. На яскравому світлі працюють колбочки, а у сутінках (темноті) — палички. При світлі родопсин розпадається, а у темряві синтезується. За умов дії світла після темряви колбочки підвищують свою збудливість значно швидше, ніж палички, і кількість родопсину збільшується в результаті його темного синтезу. За умов дії темряви після світла палички підвищують свою збудливість повільно, кількість родопсину, необхідного для сприйняття світла, зменшується завдяки його розпаду за умов попередньої дії світла. Ці дві обставини і пояснюють, чому темнова адаптація відбувається повільніше, ніж світлова.

24. 1) Застосовувати у вигляді крапель штучне зрошування рогівки.

2) Застосовувати автоматичні пристрої з регулярного зволоження рогівки.

3) Запатентований хірургічний спосіб підшивання до кон'юнктивальної порожнини протоки привушної залози.

25. Рогівка і кришталик мають бути прозорими і пропускати світло. Якби їх живлення відбувалося через капіляри, то завдяки червоному кольору крові ми би постійно бачили червону запону. Тому прозорі тканини ока отримують усе, що їм потрібно, не з крові, а з внутрішньоочної рідини, що заповнює передню камеру ока. До цієї ж рідини виділяються і продукти обміну. Усе це здійснюється шляхом дифузії. Такий тип живлення менш надійний, ніж за допомогою кровопостачання. Тому у кришталику і рогівці часті-

ше виникають вікові порушення метаболізму, що призводять до їх помутніння.

26. Суть операції у тому, що видаляють помутнілий і не проникний для світла кришталік. Головна роль кришталіка — забезпечення акомодатції. Максимальна її сила — 10 діоптрій. Якщо видалений кришталік не замінити штучним, то для компенсації його відсутності доводиться носити окуляри з дуже сильними лінзами.

#### 14.4. ДОСЛІДЖЕННЯ СЛУХОВОЇ І ВЕСТИБУЛЯРНОЇ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіології слухового і вестибулярного аналізатора, уміння проводити його дослідження простими клінічними методами дозволяють лікареві диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані з функціонуванням слухової і вестибулярної систем.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми сприйняття, проведення й аналізу параметрів подразнення слухового і вестибулярного аналізаторів.

2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану слухової та вестибулярної сенсорних систем.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Структурно-функціональна організація слухової сенсорної системи, головні та допоміжні структури.

2. Провідниковий і кірковий відділи слухової сенсорної системи.

3. Центральні механізми аналізу звукової інформації. Теорія сприйняття звуків. Бінауральний слух.

4. Структурно-функціональна організація вестибулярної сенсорної системи. Рецепторний, провідниковий і кірковий відділи.

5. Сприйняття положення голови в просторі та під час руху.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалюйте схему слухового аналізатора та вкажіть на ній основні структури.

2. Намалюйте схему будови завитка.

3. Опишіть електричні явища у завитку.

4. Опишіть звукові відчуття: тональність і гучність звуку, слухову чутливість, бінауральний слух.

5. Намалюйте схему аферентних і еферентних зв'язків вестибулярного апарату.

6. Намалюйте схему будови отолітового апарату.

7. Опишіть рухові реакції вестибулярного аналізатора.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження кісткової провідності звуку (дослід Вебера).

2. Дослідження кісткової та повітряної провідності звуку (дослід Рінне).

#### *Методика дослідження кісткової провідності звуку (дослід Вебера)*

*Для роботи необхідні:* камертон, гумова трубка, ватні тампони.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваного усаджують на стілець і прикладають до середини тим'яної ділянки звучний камертон. За нормальних умов випробовуваний чує звук однакової сили обома вухами. Потім в одне вухо вміщують ватний тампон і дослідження повторюють. Випробовуваний відзначає, що тепер звук голосніше сприймається тим вухом, в яке вміщений ватний тампон. Подібне посилення звуку відбувається за умов подразнення звукопровідного апарату одного з вух. Аби переконатися, що частина звукової енергії розсіюється за умов проходження крізь зовнішній слуховий прохід, необхідно з'єднати зовнішні слухові проходи гумовою трубкою і поставити одному з випробовуваних на голову камертон. За цих умов інший випробовуваний почує звук унаслідок поширення звукових хвиль із зовнішнього слухового проходу першого пацієнта.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані записують до протоколу і порівнюють з показниками у різних випробовуваних.

#### *Методика дослідження кісткової та повітряної провідності звуку (дослід Рінне)*

*Для роботи необхідний* камертон.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваного усаджують на стілець і прикладають до соскоподібного відростка звучний камертон. За нормальних умов випробовуваний чує звук, який поступово згасає. Як тільки звук зникає, камертон підносять до вуха. Звук знову з'являється. За умов ушкодження звукопровідного апарату спостерігається зворотне явище — звук камертона не чутний, коли він розташовується біля зовнішнього слухового проходу, і стає чутним, коли камертон переносять до соскоподібного відростка.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані записують у протокол і порівнюють з показниками у різних випробовуваних.

#### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. За умов експерименту на кішці вивчали будову центральних відділів слухової сенсорної системи. Унаслідок руйнування однієї зі структур середнього мозку кішка втратила орієнтовний рефлекс на сильні звукові сигнали. Указати, які структури були зруйновані:

- A. Верхні горбики чотиригорбикового тіла
- B. Чорна речовина
- C. Вестибулярні ядра Дейтерса
- D. Червоні ядра
- E. Нижні горбики чотиригорбикового тіла

2. У 60-річного обстежуваного виявлено збільшення порога сприйняття звуків високої частоти. Указати, порушення яких структур слухової сенсорної системи призвело до такого стану:

- A. Євстахієвої труби
- B. Кортієвого органа — ближче до овально-го вікна
- C. Кортієвого органа — ближче до гелікотреми
- D. М'язів середнього вуха
- E. Барабанної перетинки

3. У досліджуваної тварини зруйнували середню частину завитка внутрішнього вуха. Указати, до порушень якої частоти сприйняття звуків це призведе:

- A. Високої частоти
- B. Низької частоти
- C. Середньої частоти
- D. Високої та низької частоти
- E. Високої та середньої частоти

4. Під час обстеження 50-річного працівника, коваля за професією, встановлено, що він краще сприймає звуки обома вухами за умов кісткової провідності, ніж повітряним шляхом. Указати, де, найвірогідніше, локалізується ушкодження:

- A. Медіальні колінчасті тіла таламуса
- B. Нижні горбки чотиригорбикового тіла
- C. Барабанна перетинка
- D. Звукопровідний апарат
- E. Первинна слухова кора

5. Серед нижченаведених показників указати, у яких одиницях вимірюється інтенсивність звуку:

- A. Діоптріях
- B. Дальтонах
- C. Грамах
- D. Децибелах
- E. Мікронах

6. Слухова орієнтація людини у просторі можлива за рахунок певних факторів, серед яких найбільшу роль відіграє:

- A. Форма вухної раковини
- B. Наявність вільного зовнішнього слухового проходу
- C. Наявність бінаурального слуху
- D. Інтерауральний розподіл звуку за часом
- E. Інтерауральний розподіл звуку за інтенсивністю

7. Шляхом клінічних спостережень доведено, що гострота слуху у людини з віком знижується і знаходиться в діапазоні:

- A. Високих частот (25 000–40 000 Гц)
- B. Низьких частот (16–9000 Гц)
- C. Середніх частот (9000–20 000 Гц)
- D. Діапазоні голосового сприйняття (1000–4000 Гц)
- E. Незалежно від діапазону звукового сприйняття

8. У лікарню доставлена людина, яка постраждала при сильному вибуху. Під час обсте-

ження виявлено, що барабанна перетинка не пошкоджена, оскільки спрацював захисний рефлекс, який перешкоджає розриву барабанної перетинки від сильної звукової хвилі. Цей рефлекс реалізується за рахунок:

- A. Розслаблення *m. tensor tympani*
- B. Скорочення *m. tensor tympani*
- C. Розслаблення *m. stapedius*
- D. Скорочення *m. auricularis anterior*
- E. Розслаблення *m. auricularis anterior*

9. Установлено, що надзвичайно висока чутливість слухової сенсорної системи зумовлена не лише різницею площі стремінця ( $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ ) і барабанної перетинки ( $7,0 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ ), а і тим мінімальним тиском на барабанну перетинку, який змушує її коливатися. Указати величину цього тиску:

- A. 0,00001 мг/м<sup>2</sup>
- B. 0,0001 мг/м<sup>2</sup>
- C. 0,001 мг/м<sup>2</sup>
- D. 0,01 мг/м<sup>2</sup>
- E. 0,1 мг/м<sup>2</sup>

10. Під час зарахування 23-річної людини на посаду працівника, що клепає, його вухо сприймає десяти років роботи діапазон звукових частот змінився до 16–9000 Гц. Указати можливу причину зміни сприйняття звукових частот:

- A. Отосклероз
- B. Пошкодження текторіальної мембрани
- C. Пошкодження середньої частини основної мембрани
- D. Пошкодження дистальної частини основної мембрани
- E. Пошкодження проксимальної частини основної мембрани

### Відповіді

1.Е, 2.В, 3.С, 4.Д, 5.Д, 6.С, 7.В, 8.В, 9.В, 10.Е.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Для порушень звукосприйняття на рівні середнього вуха характерне:

- A. Підвищення порога сприйняття звуку за умов повітряного і кісткового проведення
- B. Підвищення порога сприйняття звуку за умов кісткового проведення
- C. Підвищення порога сприйняття звуку за умов повітряного проведення
- D. Порушення сприйняття високочастотного звуку
- E. Порушення сприйняття низькочастотного звуку

2. Для порушення звукосприйняття на рівні внутрішнього вуха характерне:

- A. Підвищення порога сприйняття звуку за умов кісткового проведення

- В. Підвищення порога сприйняття звуку за умов повітряного і кісткового проведення
- С. Підвищення порога сприйняття звуку за умов повітряного проведення
- Д. Порушення сприйняття високочастотного звуку
- Е. Порушення сприйняття низькочастотного звуку

3. Порушення функцій яких рецепторних зон сприяє втраті статичних рефлексів, у реалізації яких бере участь вестибулярна система?

- А. Макулярні рецептори
- В. Рецептори напівкруглих каналів
- С. Рецептори напівкруглих каналів і макулярних органів
- Д. Пропріорецептори шиї
- Е. Пропріорецептори шиї та макулярних органів

4. У людини виявився виражений дефект барабанної перетинки обох вух. Які порушення слухового аналізатора реєструються за цих умов?

- А. Зниження гостроти слуху
- В. Зниження сприйняття звуків високої частоти
- С. Зниження сприйняття звуків низької частоти
- Д. Зниження порога больових відчуттів за умов високої інтенсивності звукового сигналу
- Е. Підвищення порога больових відчуттів за умов високої інтенсивності звукового сигналу

5. Різке однобічне підвищення тиску ендолімфи у перетинковій частині лабіринту і напівкруглих каналів сприяє:

- А. Ністагму, швидкий компонент якого направлений у бік здорової сторони
- В. Ністагму, швидкий компонент якого направлений у бік підвищення тиску
- С. Ністагму, повільний компонент якого направлений у бік здорової сторони
- Д. Ністагму, повільний компонент якого направлений у бік підвищення тиску
- Е. Вертикальному ністагму

6. Раптовий звуковий сигнал не викликав у людини орієнтовну реакцію. У якому місці наявне порушення?

- А. На рівні мозочка
- В. На рівні системи проведення пропріорецептивної інформації
- С. На рівні вестибулярних ядер довгастого мозку
- Д. На рівні таламуса
- Е. На рівні чотиригорбикового тіла середнього мозку

7. Збудження рецепторів напівкруглих каналів спостерігається:

- А. За умов кутових прискорень на початку руху і в момент його закінчення
- В. За умов кутових прискорень постійно
- С. За умов кутових прискорень лише на початку руху

- Д. За умов лінійних прискорень постійно
- Е. За умов лінійних прискорень наприкінці руху

8. Чим заповнений середній канал завитка?

- А. Перилімфою, близькою за складом до спинномозкової рідини
- В. Ендолімфою, близькою за складом до внутрішньоклітинної рідини
- С. Перилімфою, близькою за складом до позаклітинної рідини
- Д. Ендолімфою, близькою за складом до позаклітинної рідини
- Е. Перелімфою, близькою за складом до внутрішньоклітинної рідини

9. Яка з теорій сприйняття звуків вважається головною сьогодні?

- А. Клітинна теорія Вірхова
- В. Телефонна теорія Резерфорда
- С. Теорія Гельмгольца
- Д. Теорія хвилі, що біжить (Бекеші)
- Е. Резонансна теорія Гельмгольца

10. Кортів орган розташований на:

- А. Рейснеровій мембрані
- В. Мембрані круглого вікна
- С. Мембрані овального вікна
- Д. Додатковій мембрані
- Е. Основній мембрані

### ***Відповіді***

1.С, 2.В, 3.А, 4.А, 5.Е, 6.Е, 7.А, 8.В, 9.Д, 10.Е.

### ***Ситуаційні завдання***

1. Поясніть, чи може людина чути звуки з частотою 40 000 Гц.

2. У людини пошкоджені напівкруглі канали внутрішнього вуха. Чи може вона дати звіт про положення голови у просторі?

3. Поясніть, де легко визначити напрям джерела звуку — у повітрі або у воді. Поясніть, чому.

4. Поясніть, у якому випадку у людини збільшення швидкості пульсової хвилі може поєднуватися зі зниженням верхнього порога чутих частот, наприклад до 8000 Гц, за відсутності яких-небудь специфічних захворювань органа слуху.

5. І овальне, і кругле вікно у кістковій капсулі завитка натягнуті еластичною мембраною. Якби ця мембрана стала жорсткою, сприйняття звуків різко порушилося б. Поясніть, чому.

6. Людина страждає на туговухість. Якщо за цих умов грають на скрипці або звучить камертон, вона цього не чує. Поясніть, що необхідно зробити, аби людина почула хоч би один із цих звуків.

7. Поясніть механізм «закладання» вух у літаку і запропонуйте спосіб корекції цього стану.

8. Резонансна теорія слуху Гельмгольца передбачала, що сприйняття різної висоти звуку ба-

зується на тому, що залежно від висоти звуку виникають коливання різних ділянок основної мембрани — резонують і збуджуються волокна основної мембрани, що мають різну довжину. Однак І. П. Павлов запропонував іншу теорію — хвилі, що біжить. Проте відомі дослідження в лабораторії І. П. Павлова, у яких руйнування різних ділянок кортієвого органа призводить до випадання умовних рефлексів на звуки відповідно низької або високої частоти. Чи не підтверджує це і справедливості теорії резонатора?

9. За умов експериментального дослідження, якщо щурів привчають знаходити шлях у лабіринті з численними поворотами, то навіть після виключення зору тварини продовжують правильно проходити всі повороти. Пояснить, яку додаткову операцію (одну з двох можливих) потрібно зробити, аби щур перестав орієнтуватися у лабіринті.

10. На експертизу привезли людину, яка стверджувала, що не чує. Проте аналіз ЕЕГ, зареєстрованої від скроневої ділянки кори мозку, допоміг спростувати помилкове твердження обстежуваного. Пояснить:

1) Які зміни на ЕЕГ були зареєстровані за умов включення звукового сигналу?

2) Чому ЕЕГ була зареєстрована від скроневої ділянки мозку?

3) Хвилі якої частоти й амплітуди з'явилися на ЕЕГ за умов включення дзвінка?

11. Під час проведення експериментального дослідження жабі виконали однобічне руйнування напівкруглих каналів з лівого боку. Після закінчення постопераційного періоду жабу опустили у ванну з водою. Пояснить:

1) У який бік жаба здійснюватиме плавальні рухи?

2) До складу якого аналізатора входять напівкруглі канали?

3) Що є специфічним подразником для рецепторів напівкруглих каналів?

4) Як можна охарактеризувати основні функції вестибулярного апарату?

12. Пояснить, що станеться зі слуховими умовними рефlekсами після видалення потиличної або скроневої часток мозку?

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. Людина розрізняє звук частотою від 16 до 20 000 Гц.

2. Може, оскільки рецептори напівкруглих каналів внутрішнього вуха сприймають зміну швидкості руху тіла. Положення голови в просторі сприймається рецепторами, розташованими в мішечках.

3. Бінауральна система слуху аналізує різницю між часом приходу звуку в ліве і праве вухо, людина повертає голову в бік джерела звуку до тих пір, поки мозок перестане уловлювати дану різницю. У цьому випадку ми дивитимемося прямо на джерело звуку. Вода — щільніше середовище, у ній звук поширюється швидше, ніж у повітрі. Тому різниця у часі між приходом звуку

в ліве і праве вухо буде меншою, ніж у повітрі. Це утруднить визначення джерела звуку у воді.

4. У дорослої людини верхній поріг слухових частот становить 20 000 Гц. Це означає, що у даної людини поріг знижений. Оскільки захворювання слухової системи відсутні, залишається припустити, що річ у віці — старі люди зазвичай перестають чути дуже високі звуки. Водночас у старості, як правило, виникають атеросклеротичні зміни у стінках судин. Стінки стають жорсткішими, а це призводить до збільшення швидкості пульсової хвилі, отже, дане явище може спостерігатися у людей похилого віку за наявності склеротичних явищ у стінках судин.

5. Овальне вікно передає коливання слухових кісточок перилімфи. Кругле вікно забезпечує можливість зсуву перилімфи під впливом коливань мембрани овального вікна, оскільки мембрана круглого вікна також здатна випинатися. Якби обидві ці мембрани стали жорсткими, то перилімфа не могла б зміщуватися, оскільки рідина нестискувана. Таким чином, в обох випадках не могло б відбуватися подразнення волоскових клітин кортієвого органа і не відбувалося б сприйняття звуку.

6. Сприйняття звуків може відбуватися за рахунок повітряної та кісткової провідності. За умов туговухості погіршується повітряна провідність, наприклад, за рахунок порушення нормальної рухливості слухових кісточок, проте може зберегтися кісткова провідність. Аби переконатися у цьому, потрібно поставити на якунебудь ділянку голови (найкраще на соскоподібний відросток) звучний предмет. Його коливання передаватимуться не лише повітрям, але і кістками черепа, а від них — рецепторному апарату внутрішнього вуха, тоді звук може бути почутий. Камертон можна приставити до голови його ніжкою, а струни скрипки, що коливаються, не можна.

7. За умов піднімання на висоту атмосферний тиск знижується. Це призводить до того, що стінки евстахієвих труб спадаються, і тиск на барабанну перетинку з боку зовнішнього вуха не врівноважується тиском з боку середнього вуха. Аби позбавитися від пов'язаних з цим неприємних відчуттів, можна спробувати відновити прохідність евстахієвих труб. Для цього підвищують тиск у порожнині рота, роблячи посилені ковтальні рухи.

8. Дійсно, підтверджує. Різні ділянки кортієвого органа забезпечують сприйняття звуків різної висоти. Але це ще нічого не говорить про механізм вибіркового реагування основної мембрани на звукові хвилі різної частоти. В ендолімфі виникає хвиля, що біжить. Її параметри залежать від частоти звуку, що діє. Залежно від характеру цієї хвилі, що біжить, відбувається вибухання різних частин основної мембрани, що визначається її пружними властивостями. У результаті збуджуються різні волоскові клітини і виникає відчуття висоти звуку. Цей механізм називається просторовим кодуванням.

9. Під час проходження кожного повороту виникають кутові прискорення, отже, включається

ся вестибулярна сенсорна система. Частково тут бере участь і пропріорецептивна сигналізація. Нейрони відповідних відділів кори великих півкуль запам'ятовують послідовність поворотів та їх місцезнаходження. Якщо додатково зруйнувати у тварини вестибулярний апарат або пов'язані з ним відділи кори великих півкуль, то орієнтація у лабіринті повністю зникне.

10. 1) Реакція десинхронізації.

2) Кірковий відділ слухового аналізатора локалізується у скроневій частці кори (поля 41, 42).

3) Бета-хвилі амплітудою до 25 мкВ, частотою 14–28 Гц.

11. 1) У бік зруйнованих напівкруглих каналів (вліву).

2) До складу вестибулярного аналізатора.

3) Кутове прискорення на початку і наприкінці обертальних рухів.

4) Вестибулярна сенсорна система: інформує ЦНС про положення голови та її рухи; забезпечує підтримку пози разом із руховими ядрами стовбура і мозочка; забезпечує орієнтацію в просторі (кірковий відділ — центральна та постзвивина).

12. За умов видалення скроневих часток головного мозку умовні рефлекси зникають, під час видалення потиличних — зберігаються.

## **Глава 15. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПОВЕДІНКИ**

### **Конкретні цілі:**

1. Пояснювати фізіологічні основи методів дослідження вищої нервової діяльності: формування, збереження і гальмування умовних рефлексів; подразнення і пошкодження структур переднього мозку, що беруть участь у вищих інтегративних функціях ЦНС; реєстрація викликаних потенціалів і ЕЕГ.

2. Пояснювати механізми виникнення біологічних потреб і мотивацій, їх роль у формуванні природжених і набутих форм поведінки організму.

3. Аналізувати регульовані параметри гомеостазу і пояснювати структуру цілісного поведінкового акту (функціональну систему поведінки).

4. Пояснювати механізми формування емоцій, їх роль у поведінкових реакціях організму на основі фізіологічних критеріїв емоцій.

5. Аналізувати вікові особливості вищої нервової діяльності (поведінкових реакцій) організму.

6. Трактувати властивості нервових процесів збудження і гальмування, які зумовлюють типи нервової системи (сила, врівноваженість і рухливість).

### **15.1. ФУНКЦІОНАЛЬНА СИСТЕМА ПОВЕДІНКИ. ДОСЛІДЖЕННЯ УТВОРЕННЯ І ГАЛЬМУВАННЯ УМОВНИХ РЕФЛЕКСІВ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіологічних основ поведінки, уміння проводити її дослідження простими клінічними методами дозволяють лікарєві диференціювати фізіологічні

та патологічні явища, пов'язані з функціями поведінки людини.

*Мета заняття:* Знати:

1. Фізіологічні основи поведінки.

2. Фізіологічні основи клінічних засобів дослідження функціонального стану вищої нервової діяльності.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Поняття про вищу нервову діяльність, методи її дослідження. Вклад І. М. Сеченова, І. П. Павлова у розвиток наукових досліджень вищої нервової діяльності.

2. Фізіологічні основи поведінки. Функціональна система поведінки П. К. Анохіна.

3. Потреби і мотивації, їх фізіологічні механізми, роль у формуванні поведінки.

4. Природжені (безумовно-рефлекторні) форми поведінки. Інстинкти, їх значення для пристосувальної діяльності організму.

5. Набуті (умовно-рефлекторні) форми поведінки, їх значення для пристосувальної діяльності організму. Закономірності утворення умовних рефлексів (І. П. Павлов).

6. Гальмування умовних рефлексів. Види і значення гальмування.

7. Емоції, їх види, механізми формування, біологічна роль. Теорії емоцій.

8. Мотивації й емоції.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Намалуйте схему функціональної системи поведінки П. К. Анохіна.

2. Опишіть класифікацію умовних рефлексів.

3. Намалуйте схему замикання тимчасового зв'язку.

4. Намалуйте схему гальмування у вищій нервовій діяльності.

5. Намалуйте схему розповсюдження емоційних збуджень в організмі.

6. Опишіть класифікацію мотивацій.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження впливу емоційних реакцій організму на показники серцево-судинної системи.

### **Методика проведення дослідження**

*Для роботи необхідні:* тонометр, фонендоскоп, секундомір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Досліджуваному пропонують виконати арифметичні дії за умов достатньої кількості часу і за умов дефіциту часу, що створює негативні емоції. На аркуші паперу записують 2 цифри (одна під другою), а випробуваний складає їх значення і записує суму поряд з верхньою цифрою. Якщо сума більше 10, то число десятків опускають, а пишуть лише одиниці. Верхню цифру переносять до нижнього ряду. Потім складають нові 2 цифри і записують так само. Наприклад, як у табл. 15.1.

*Таблиця 15.1*

5	7	2	9	1	0	1	1	2	3
2	5	7	2	9	1	0	1	1	2



Швидкість роботи — 40 складань за 1 хв. У піддослідного вимірюють АТ і ЧСС у стані спокою. Потім у процесі виконання завдання. Завдання виконують двічі: перший раз — у стані спокою, другий — за умов дефіциту часу (не менше 40 складань за 1 хв). Робота починається за командою дослідника і триває 1 хв. Після закінчення роботи ще раз вимірюють АТ і ЧСС випробовуваного.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані записують до протоколу і порівнюють з показниками у різних випробовуваних. У висновках відзначають, який вплив на вегетативні реакції здійснює розумова діяльність і як впливає на них емоційне напруження, зумовлене дефіцитом часу. Сама по собі розумова діяльність у спокійній ситуації не впливає на вегетативні процеси.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

- Зупинку тролейбуса перенесли на сто метрів. Студент запізнився на першу пару, оскільки довго чекав тролейбуса на старій зупинці, хоча напередодні йому говорили, що її перенесли. Який вид умовного гальмування порушений у студента?
  - Диференціювання
  - Запізнювання
  - Умовне гальмування
  - Згасаюче
  - Послідовне
- Під час спортивної естафети другий спортсмен побіг раніше, ніж перший, який передавав йому естафетну паличку. Який вид умовного гальмування порушений у другого спортсмена?
  - Диференціювання
  - Запізнювання
  - Умовне гальмування
  - Послідовне
  - Згасаюче
- Що є головною причиною виникнення біологічних мотивацій?
  - Емоції
  - Пам'ять
  - Зрушення констант внутрішнього середовища організму
  - Процеси гальмування у головному мозку
  - Інстинкти
- В експерименті на тварині сформували умовний сечовидільний рефлекс: включали миготливе світло і внутрішньовенно вводили тварині значну кількість фізіологічного розчину. Після кількох повторень лише одне включення світла викликало збільшення діурезу. Назвати рівень замикання умовно-рефлекторних зв'язків:
  - Кора головного мозку
  - Проміжний мозок
  - Середній мозок
  - Довгастий мозок
  - Спинний мозок
- У собаки виробили умовний руховий рефлекс: після включення миготливого світла нанесли на лапу больове подразнення електричним струмом. Умовний рефлекс полягав у тому, що за умов включення світла собака піднімав лапу і розмикав електричний ланцюг, випереджаючи больове подразнення. До якого класу умовних рефлексів належить даний рефлекс?
  - Класичний штучний захисний
  - Імітаційний натуральний захисний
  - Імітаційний штучний захисний
  - Інструментальний натуральний захисний
  - Інструментальний штучний захисний
- Чи може змінюватися лейкоцитарна формула під час емоцій?
  - Змінюється лише при позитивних емоціях
  - Змінюється при негативних емоціях
  - Змінюється як при позитивних, так і негативних емоціях
  - Змінюється лише при емоціях, пов'язаних з болем
  - Не змінюється
- Пасажира узяв квиток на потяг за 30 хв до його відправлення. Шлях від залізничної каси до вокзалу займає 25 хв. Який вид поведінки виникає у цього пасажира дорогою до вокзалу?
  - Стенічна негативна емоція
  - Стенічна позитивна емоція
  - Невротичний стан
  - Астенічна негативна емоція
  - Увага, мобілізація активності
- Оксерцевий рефлекс  $\epsilon$ :
  - Безумовним рефлексом
  - Умовним рефлексом
  - Рефлексом другого порядку
  - Соматичним рефлексом
  - Усі відповіді неправильні
- Домашню тварину не годували кілька днів, унаслідок чого у неї виникла домінуюча мотивація — голод і певна харчова поведінка. У яких структурах головного мозку виникла домінуюча мотивація?
  - Базальних гангліях
  - Ретикулярній формації
  - Медіальних ядрах гіпоталамуса
  - Латеральних ядрах гіпоталамуса
  - Лімбічних ядрах таламуса
- Під час футбольного матчу між уболівальниками різних команд виникла суперечка. На тлі негативних емоцій у одного учасника суперечки були розширені зіниці та підвищене серцевиття. Яка з систем організму забезпечує вегетативні зміни за умов негативних емоцій?
  - Гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковозалозна
  - Симпатична
  - Симптоадреналова
  - Парасимпатична
  - Метасимпатична

### **Відповіді**

1. А, 2. Е, 3. С, 4. А, 5. В, 6. С, 7. Е, 8. А, 9. D, 10. С.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Що зумовлює прояв рефлексу, описаного І. П. Павловим, за типом «що таке»?

- А. Пошукові рухи
- В. Розслаблення тонуусу коронарних судин
- С. Реакція синхронізації на ЕЕГ
- Д. Брадишное
- Е. Збільшення дихального об'єму

2. Якою буде первинна реакція у людини, яка не спала впродовж 2 діб, якій пропонують піти погуляти разом із друзями?

- А. Ніякою
- В. Вона сяде
- С. Вона піде гуляти
- Д. Вона довго розмовлятиме з друзями
- Е. Вона ляже спати

3. Який вид гальмування розвинеться у дитини, якщо один раз її покарають за звичку брати їжу немитими руками?

- А. Зовнішнє
- В. Умовне гальмування
- С. Згасаюче
- Д. Охоронне
- Е. Із запізненням

4. П. К. Анохін показав, що регуляція функцій організму здійснюється за допомогою функціональних систем. Який фактор вважається системо створюючим за умов формування функціональних систем?

- А. Обстановочна аферентація
- В. Життєвий досвід
- С. Корисний пристосовний результат
- Д. Домінуюча мотивація
- Е. Аферентний синтез

5. Під час переходу перехрестя людина зупиняється, побачивши червоне світло світлофора. Який фізіологічний процес відбувається за цих умов у корі великих півкуль?

- А. Умовне гальмування
- В. Диференційне гальмування
- С. Орієнтовна реакція
- Д. Поза межне гальмування
- Е. Згасаюче гальмування

6. Які особливості нервових центрів забезпечують утворення умовних рефлексів?

- А. Іррадіація, конвергенція, послідовна індукція
- В. Тетанічна посттетанічна потенція, післядія, трансформація
- С. Полегшення, оклюзія, принцип загально-го кінцевого шляху
- Д. Сумація, трансформація, тетанічна посттетанічна потенція
- Е. Однобічне проведення збудження, затримка збудження, стомлення

7. В установі була введена нова комп'ютерна програма. Керівник відмітив, що працівники, які недавно закінчили свою освіту і працювали у відділі недавно, швидко опанували цю програму. Працівники з великим стажем роботи були невдоволені, вважали, що працювати за старою методикою було зручніше. Які фізіологічні механізми пояснюють таку реакцію працівників?

А. Швидкість утворення нових умовних рефлексів залежить від віку

В. Швидкість утворення нових умовних рефлексів залежить від аналізатора, завдяки якому надходить інформація

С. Швидкість закріплення рефлекторних реакцій залежить від особливостей вікових функцій аналізатора

Д. Швидкість утворення рефлекторних реакцій залежить від досвіду

Е. Швидкість утворення нових звичок залежить від соціальних умов

8. За умов використання електричного подразнення шкіри як безумовного, а світлового подразнення — як умовного виробляється захисний рефлекс у собак, птахів, змії і риб. У яких тварин удавалося сформувавши больовий захисний рефлекс за цих умов?

- А. У всіх тварин
- В. У собаки
- С. У птаха
- Д. У змії
- Е. У собаки і птаха

9. Якщо підкласти куряче яйце до качки, то курча ходитиме за качкою всюди, навіть ризикуючи втопитися. Як називається цей вид навчання?

- А. Умовний рефлекс
- В. Когнітивне вчення
- С. Імпринтинг
- Д. Звичка
- Е. Сенситизація

10. Однією з форм, яка використовується у ЦНС для організації поведінки, є імпринтинг. Він є:

- А. Активною формою навчання
- В. Пасивною формою навчання
- С. Різновидом безумовних рефлексів
- Д. Різновидом інстинктів
- Е. Немає правильної відповіді

### **Відповіді**

1. А, 2. Е, 3. А, 4. Е, 5. А, 6. А, 7. А, 8. А, 9. С, 10. В.

### **Ситуаційні завдання**

1. Порушена програма цілеспрямованої поведінки. Поясніть, функція якого апарату виведена з ладу.

2. Студент відвідав усі лекції, успішно склав заліки і на іспиті отримав відмінну оцінку. Поясніть:

- 1) Який стан виник у студента після складання іспиту?
- 2) Який системний механізм виникнення даного стану?
3. Людина у результаті черепно-мозкової травми втратила здатність до прогнозування розвитку майбутніх подій. Поясність:
  - 1) Яка стадія функціональної системи поведінки порушена?
  - 2) У яких структурах головного мозку локалізовані центри прогнозування?
4. Людина у результаті черепно-мозкової травми втратила здатність адекватно оцінювати результати діяльності. Поясність:
  - 1) Яка стадія функціональної системи поведінки порушена?
  - 2) У яких структурах головного мозку локалізовані центри аналізу результатів діяльності?
5. Людина у результаті черепно-мозкової травми втратила здатність адекватно оцінювати обстановку. Поясність:
  - 1) Яка стадія функціональної системи поведінки порушена?
  - 2) У яких структурах головного мозку локалізовані центри аналізу результатів діяльності?
6. У собаки виробили умовний слиновидільний рефлекс на умовний подразник у вигляді кола, що світиться. Після кількох включень подразника у вигляді еліпса, що світиться, слина перестала виділятися. Поясність:
  - 1) Що сталося з умовним рефлексом за умов включення еліпса, що світиться?
  - 2) Чи можна відновити умовний рефлекс за умов включення еліпса, що світиться?
  - 3) Як зміниться поведінка собаки, якщо еліпс, що світиться, поступово наближати за формою до кола, що світиться?
7. У собаки вироблений умовний рефлекс на світловий подразник у камері з двостороннім підкріпленням. З однієї сторони у камеру подавалася вода, а з другої — їжа. Поясність:
  - 1) У яку сторону і залежно від чого побіжить собака за умов включення умовного подразника?
  - 2) Як називається стан мозку, що формує відповідну поведінку?
  - 3) Як зміниться поведінка експериментального собаки за умов появи іншого собаки?
8. Собака протягом доби не отримував їжу і воду. Потім його ввели до кімнати, де в одному кутку для нього була приготовлена їжа, у другому — вода. Поясність:
  - 1) Якою є найбільш вірогідна поведінка тварини?
  - 2) Яка мотивація домінуватиме і чому?
9. На рухомому конвеєрі лежать однакові деталі — металеві кульки. Деякі з них мають відхилення від стандарту (при цьому змінюється властивість поверхні, що відбиває світло) і тому підлягають бракуванню. Одна з фірм використовувала як контролерів голубів. Голуби клювали браковані деталі, які падали після цього у спеціальні ящики. Нормальні кульки птахи не чіпали. Ефективність бракування виявилася дуже високою. Поясність, чому були вибрані саме голуби і в чому полягало їх навчання.

10. На досліди з вивчення умовних рефлексів привели двох собак. Перед початком експерименту один із них випив велику кількість води. Потім почалося дослідження. Спочатку в обох собак умовні рефлекси (УР) перебігали нормально. Але через деякий час у собаки, що пив воду, умовні рефлекси зникли. Жодних випадкових зовнішніх дій відмічено не було. Поясність, у чому причина гальмування умовних рефлексів.

11. Як відомо, УР можна сформувати на дію практично будь-якого індиферентного подразника. За цих умов у нормальних тварин рефлекс виробляється вельми швидко. Але одного дня в павловських лабораторіях ніяк не вдавалося створити в одного собаки УР на певний подразник — булькання води. На всі ж інші подразники умовні рефлекси вироблялися нормально. Спробуйте пояснити цей незвичайний результат.

12. В одного собаки, який щойно бачить спринцівку, починається посилене слиновиділення. Інший собака під час включення дзвінка багато разів згинає задню лапу. Поясність, що загального у цих УР.

13. Рефлекторна реакція направлена на досягнення кінцевого позитивного результату. У це поняття входить і вимкнення — дія шкідливого агента. Тому багато авторів критикують методику вироблення умовного оборонного рухового рефлексу у собак. Дійсно, після включення умовного подразника (дзвінок, світло, свисток і т. ін.) собака згинає лапу, заздалегідь захищаючись від больової дії. Але щоб УР не згасав, завдають удару струмом у вже підняту лапу. У результаті реакція втрачає пристосовне значення. У деяких тварин це може призвести до нервового зриву. Запропонуйте варіант удосконалення методики.

14. Відомо, що сила (біологічна значущість) умовного подразника не повинна перевищувати силу безумовного подразника, інакше УР виробити не вдається. Дійсно, сигнал про щось майбутнє не може бути важливішим, ніж те, про що він повідомляє. Тому вважалося за неможливе виробити харчовий УР на дуже сильне больове подразнення. Проте у лабораторії І. П. Павлова під час дослідів вдалося створити такий УР. За умов дії сильного струму собака, який спочатку проявляв на це сильну оборонну реакцію, тепер облизувався, виділяв слину і виляв хвостом. Поясність, як вдалося добитися цього.

15. Однією з найважливіших природжених поведінкових реакцій є імпринтинг (або відображення). Немовля, яке щойно народилося, починає невідступно слідувати за першим побаченим ним об'єктом. У природних умовах таким є мати. Але в експерименті її можна замінити м'ячем, заводною іграшкою, людиною, собакою тощо, у результаті курча, гусеня, дитинча багатьох копитних тварин слідуватимуть за цим предметом, як за рідною мамою. Поясність, у чому ж тоді біологічний сенс імпринтингу?

16. Якщо людина повинна увійти до кімнати, де, як їй заздалегідь відомо, знаходиться злий собака, то відразу ж після відкриття дверей вона зробить якусь дію залежно від поведінки собаки.

Але якщо, замість очікуваного собаки, в кімнаті виявиться компанія папуг або велика свиня, то впробовуваний, хай на нетривалий час, але «замре», хоча нічого страшного немає. Поясніть, чому.

17. Один із способів боротьби з алкоголізмом свого часу полягав у виробленні відповідного УР. Поясніть, у чому полягає суть цього УР.

18. Якщо кішці простягнути палець, вона обнюхає його. Цей дослід можна повторити кілька разів, поки кішка перестане звертати увагу на Ваші маніпуляції. У собак таке «зникнення інтересу» зазвичай настає швидше. Поясніть, у кого з тварин за даних обставин сильніше виражені низхідні кіркові впливи.

19. У будь-якому виді спортивних естафет спортсмен має право почати проходження свого етапу лише після того, як учасник попереднього етапу передасть йому естафету. У бігу — це естафетна паличка, у плаванні — торкання рукою стінки басейну. Інколи плавець, що стоїть на стартовій тумбочці, не витримує і стрибає у воду до того, як його товариш по команді встиг торкнутися стінки. Поясніть, який вид умовного гальмування ослаблений у такого плавця?

20. Для перевірки припущення про наявність у даного виду тварин кольорового зору ставили такий експеримент. Виробляли УР на світло зеленої лампи потужністю 100 Вт і диференціювання на світло червоної лампи потужністю 150 Вт. Диференціювання сформувати вдалося. Чи підтверджує цей результат гіпотезу про наявність у даної тварини кольорового зору?

21. Поясніть, чи можна за допомогою методу УР встановити, що людина симулює глухоту.

22. У лабораторії вивчали вплив високої температури середовища на захисний УР у собак. Для цього проводили кілька дослідів, за умов яких викликали УР за звичайної температури. В одному з таких дослідів виробляли згасання УР шляхом непідкріплення умовного подразника безумовним. Відзначали, за який час УР після непідкріплення повністю згасав. Контрольні досліди ставили у кожному експерименті за умов високої температури середовища. За цих умов також виробляли згасання УР шляхом непідкріплення. Потім повторювали досліди за умов звичайної температури. Незвичайний результат полягав у тому, що якщо за звичайних умов згасання відбувалося, як це відомо, хвилеподібно з поступовим і досить повільним зникненням УР, то за умов високої температури виявилось щось незрозуміле. Починаючи з 3–4-го дослідів після першого ж непідкріплення УР зникав і не з'являвся жодного разу до кінця даного експерименту. Дослідникам досить швидко вдалося встановити причину чергової «собачої хитрості». Спробуйте і Ви зробити це.

23. У собаки виробили слиновидільний УР на світло лампи. Харчове підкріплення формували за 30 с після включення лампи. Їжа (м'ясо-сухарний порошок) знаходилася у чашках, встановлених на крузі, що обертається. За 30 с після включення лампи спрацьовував поворотний механізм і круг починав обертатися, доки у спеціальному віконці не з'являлася чергова чашка з

їжею. Спочатку за умов включення лампи слина у собаки, як це завжди буває за подібних дослідів, починала виділятися за 5–10 с після включення, і це продовжувалося до подачі підкріплення. Проте через деякий час латентний період слиновиділення став усе більше подовжуватися і, врешті-решт, слина почала виділятися лише після того, як експериментатор включав поворотний механізм. Поясніть причину незвичайної поведінки собаки. Як її усунути? Дослід ставиться в ізолюваній камері, собака не може бачити експериментатора і його дії.

24. Поясніть, чому за умов дослідження впливу високої температури середовища на вищу нервову діяльність собак використовують різні види рухових УР, але не слиновидільні.

25. У спеціальних дослідженнях було показано, що інтенсивність енергетичного обміну у людини можна збільшити умовно-рефлекторним шляхом. Так, якщо робітник у свій вихідний день знаходився у цеху і лише спостерігав за роботою інших, то енергетичний обмін у нього зростав. Проте для прояву цього ефекту необхідно було дотриматися ще однієї умови. Поясніть, якої.

26. Оса знаходить жертву (зазвичай це велика комаха) і жалить її точно у нервовий ганглії. Жертва паралізується, але залишається живою. Після цього оса підтягає їжу до нірки, входить до неї для обстеження, виходить, бере лежачу поруч жертву, вносить її до нірки, залишає і відлітає. Личинки, що вийшли з ячок, забезпечені харчуванням у вигляді живих консервів, які використовують достатньо довго і вельми обачно, залишаючи життєво важливі ділянки тіла жертви лише насамкінець. У експерименті був наочно показаний автоматичний характер усіх цих складних реакцій. Поясніть, як це було зроблено?

27. Доведіть, що на ранніх стадіях вироблення УР відбувається іррадіація збудження у корі великого мозку.

28. Як довести, що виділення слини у собаки за умов вигляду і запаху м'яса є умовно-рефлекторною, а не природженою реакцією? Поясніть, чому такі УР називаються натуральними.

29. У собаки сформували руховий УР. Для цього після включення миготливого світла (умовний подразник) завдавали на лапу больове подразнення ударом струму. Поступово збільшували інтервал між умовним і безумовним подразниками і довели його до 10 с. Сенс УР полягав у тому, що за умов включення світла собака піднімав лапу і цим розривав електричний ланцюг, оберігаючи себе від больового подразника. Якщо лапа не піднімалася, то у момент підкріплення струм включався. Тепер потрібно провести хронічне згасання УР. Як це зробити? Адже особливість методики така, що собака сам вимикає больове підкріплення і тому «не знає», давалося воно чи ні.

30. Поясніть, як виробити у собаки комплексний УР на якийсь час і обстановку.

31. Як узнати, чи може тварина відрізнити круг від еліпса?

32. Поясніть, які існують види умовного гальмування.

33. Поясніть, чи можна у людини сформувати УР, не вдаючись до багаторазового поєднання штучного умовного сигналу і безумовного подразника.

34. У собаки вироблений УР на слово: «дзвінок». Поясніть, чи виявиться цей рефлекс, якщо тепер дати як умовний сигнал справжній дзвінок.

35. Експериментуючи з трьома різними істотами (собака, голуб, риба), дослідник виявив, що для кожної з них необхідна різна кількість поєднань індиферентного подразника з безумовним сигналом для вироблення УР. Поясніть, скільки їх було потрібно для голуба, якщо цифри вийшли такі: 200, 50 і 10 поєднань.

36. Поясніть, що станеться зі слуховими УР після видалення потиличної або скроневої часток мозку.

37. Поясніть, чи можливе утворення УР у новонародженої дитини.

38. У людини порушені процеси, пов'язані з внутрішнім гальмуванням. Поясніть, яка частка великих півкуль уражена.

39. Поясніть, чи зникне УР, якщо порушений асоціативний зв'язок між відділами кори головного мозку, що беруть участь в утворенні цього УР.

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Порушений апарат акцептора результату дії функціональної системи цілеспрямованої поведінки.

2. 1) У студента виникла позитивна емоція.

2) Процес узгодження в апараті акцептора результату дії.

3. 1) Порушено формування акцептора результату дії.

2) Механізм прогнозування є асоціативно-аналітичною функцією кори мозку.

4. 1) Порушено формування акцептора результату дії.

2) Механізм прогнозування є асоціативно-аналітичною функцією кори цілого мозку.

5. 1) Порушений аферентний синтез.

2) Механізм оцінки є асоціативно-аналітичною функцією кори цілого мозку.

6. 1) Умовний рефлекс за умов включення еліпса загальмується.

2) Якщо після включення еліпса давати тварині їжу, то УР відновиться.

3) У собаки може виникнути зрив вищої нервової діяльності.

7. 1) Собака побіжить до їжі або до води залежно від мотивації голоду або спраги.

2) Стан мозку, що формує таку поведінку, називається мотивацією.

3) При появі іншої собаки в експериментальної тварини виникне орієнтовно-дослідна реакція.

8. 1) Собака, перш за все, попрямує до чашки з водою.

2) Мотивація спраги буде домінуючою, оскільки за умов спраги виникає небезпека зміни осмотичного тиску плазми крові.

9. Голуби мають дуже гострий зір і тому легко розрізняють кульки, поверхня яких блищить по-різному. Для навчання був використаний метод умовних рефлексів. Виробили диференційне гальмування. Клювання «поганих» кульок підкріплюють їжею (зерно), а клювання «хороших» — ні. Після періоду навчання голуба ставлять перед конвеєрною стрічкою і він упевнено клює лише «погані» кульки, отримуючи харчове підкріплення.

10. Оскільки внутрішнє гальмування у досліді не викликали, могло виявитися лише зовнішнє гальмування. Воно спричинюється дією факторів зовнішнього середовища або ендогенними факторами. Зовнішніх дій за умовами не було. Отже, гальмівний фактор виник у самому організмі і, вочевидь, був пов'язаний з прийняттям великої кількості води, що призвело до переповнення сечового міхура і гальмування УР.

11. Вочевидь, саме для даного собаки булькання було не індиферентним подразником, а набуло властивостей умовного гальма. Виявилося, що він тривалий час жив на кухні, де постійно кипіли казани, у яких булькала вода. Але собаку ніколи за цих умов не годували, хоча довкола було багато їжі. У результаті булькання перетворилося на умовне гальмо — негативний сигнал (годувати все одно не будуть).

12. Умовні рефлекси можна класифікувати за різними ознаками. Наприклад, обидва ці рефлекси є екстероцептивними. Крім того, за біологічним значенням, це захисний слиновидільний УР, оскільки, вочевидь, спринцівку використовували для вливання кислоти або іншої подразливої речовини. А згинальний рефлекс теж типова оборонна реакція — відсмикування кінцівки від подразника. Отже, дзвінок був умовним подразником, після якого наставало больове підкріплення. Таким чином, обидва УР — оборонні.

13. Якщо собака піднімає лапу, больового подразнення бути не повинно, але у такому разі УР поступово загасне. Тому необхідно перетворити дію «піднімання лапи» у «піднімання лапи до певного рівня». Якщо УР почне згасати, тварина почне піднімати лапу не так високо, як завжди. За цих умов автоматично включатиметься удар струмом. У такій модифікації досліді УР збереже своє пристосовне значення і водночас не згасатиме.

14. Якщо можливість вироблення УР визначається співвідношенням біологічної значущості умовного і безумовного подразників, то потрібно змінити це співвідношення. Оскільки умовний подразник — електричний струм і так досить сильний, значить, потрібно підвищити біологічну значущість харчового підкріплення. Для цього собаку змусили постійно голодувати, а їжу давали лише після больової дії. Врешті-решт, голод переміг. Сильний електричний струм поступово перетворився на сигнал здобуття їжі та відповідно став викликати харчову умовно-рефлекторну реакцію. Слід водночас підкреслити, що при надмірному посиленні больової дії, коли воно досягає окістя, виробити УР неможливо ні за яких умов.

15. За умов виникнення якої-небудь біологічно вигідної мутації та при появі дитинчат тварин із новою ознакою вони перестануть впізнавати своїх матерів. А ось рух — ознака незмінна.

16. Акцептор дії у функціональній системі поведінкових актів працює за таким принципом. Перед здійсненням дії у мозку формується модель очікуваного результату. Після того як дія вироблена, акцептор порівнює модель з реальним результатом. Якщо збігу немає, потрібний деякий час на аналіз того, що сталося, і вироблення нового поведінкового акту.

17. Умовний подразник — прийом алкоголю. Безумовний подразник — який-небудь препарат, що викликає блювання. За умов формування УР прийом невеликої дози алкоголю підкріплюється через деякий час введенням блювотного препарату. Цю поєднану дію повторюють до тих пір, поки вигляд і запах алкоголю стануть викликати блювотний рефлекс.

18. Елемент, який нас цікавить, — це згасання даного рефлексу за умови повторної дії подразника. Це викликає у корі великих півкуль аналітичний процес, у результаті якого встановлюється відсутність біологічно важливого сигнального значення у подразника, що повторюється. Після цього кора великих півкуль гальмує даний орієнтовний рефлекс. У нашому прикладі це гальмування сильніше виражене у собаки.

19. Вигляд плавця, що наближається до місця старту, є умовним подразником для учасника, що стоїть на тумбочці. Підкріплення — торкання стінки басейну рукою тієї людини, що пливе. Проте момент підкріплення відстрочений на значний час. З кожним рухом рук людини, що пливе, момент підкріплення наближається, але реакція, що розвивається у відповідь, — стрибок у воду — повинна гальмуватися до найостаннішого руху руки людини, що пливе. Це приклад гальмування, що запізнюється. Він аналогічний стоянню у черзі. Хочеться купити товар, отримати квиток скоріше і тому подібне, але доводиться чекати. Особливо важко дається таке гальмування холерикам.

20. Уважно проаналізуємо умови завдання. Умовні подразники розрізнялися не лише за кольором, але і за силою. Цілком можливо, що диференціювання виробилося саме на інтенсивність світла, а не на колір. Дослід поставлений некоректно. Його потрібно повторити так, щоб зрівняти всі параметри подразнення, крім кольору.

21. Виробимо, наприклад, оборонний УР на будь-який звук (дзвінок, тріскачка, метроном, свисток і т. ін.). Для цього підкріплюватимемо звукову дію ударом електричного струму у руку або вливанням до рота розчину кислоти. Через деякий час виявиться, що при включенні звуку випробовуваний відсмикує руку (мимоволі) або у нього збільшується слиновиділення. Якщо udało виробити УР на звук, то симулянт його чує, хоча і заперчує це.

22. Стан кори великих півкуль за умов згасання змінювався не сам собою, а під впливом

саме непідкріплення. За умов звичайної температури згасання проводилося в одному з дослідів, а за умов високої — у кожного досліді. Таким чином, висока температура середовища набула значення умовного гальма — якщо в експериментальній камері тепло, то умовний подразник підкріплюватися не буде. Собака «перехитрив» експериментатора, який не урахував вказаної особливості постановки експерименту. Можна передбачити, що висока температура сама по собі може викликати миттєве згасання. Але, по-перше, це суперечить умові завдання, де сказано, що такий ефект почав спостерігатися лише у 3–4-му досліді (відбувалося утворення умовного гальма при повторних діях подразника), по-друге, жоден фактор середовища не може викликати миттєвого згасання УР, виходячи з фізіологічних закономірностей.

23. У даному випадку собака встановив зв'язок харчового підкріплення з «непередбаченим» подразником, який включався безпосередньо перед підкріпленням, а не за 30 с до нього, як «нормальний» умовний подразник — світло лампи. Річ у тому, що поворотний механізм при включенні працював з характерним шумом. Цей шум і став умовним сигналом негайної подачі їжі. Можна сказати, що мозок собаки став реагувати не на перший дзвінок у театрі, а на третій. Після змащення механізму шум зник і відновилися нормальна картина УР.

24. За умов високої температури середовища у собаки спостерігається різке посилення слиновиділення, аналогічне виділенню поту у людини. У звичайних умовах, без дії яких-небудь специфічних подразників (наприклад харчових), слина у собак не виділяється. З цього зрозуміло, що за умов теплових впливів не можна використовувати роботу слинних залоз у собаки як індикатор величини УР.

25. Умовний подразник є комплексним, тобто містить кілька компонентів. Один із них — це робоча обстановка у цеху. Крім того, людина у цеху працює не сама по собі, а у складі своєї бригади, тому якщо випробовуваний спостерігав за роботою саме своєї бригади, обмін енергії збільшувався. Але такий ефект був відсутній, якщо спостереження велося за роботою інших бригад.

26. Інстинкти є ланцюгом природжених безумовних реакцій, у яких закінчення попередньої реакції є сигналом для подальшої. Наприклад, деякі види так піклуються про своє потомство. За умов спрацьовування інстинкту закінчення попередньої реакції є сигналом для включення подальшої. Саме це зумовлює автоматичне, жорстко закріплене протікання послідовності інстинктивних реакцій. У досліді діяли так. У той момент, коли оса заповзала до нірки, аби обстежити її, жертву відсовували на деяку відстань від входу. Вийшовши з нірки, оса, як того вимагала послідовність реакцій, знову підносила їжу до входу. Але тепер подразник «їжа біля входу» вимагав включення чергової

реакції «обстежувати нірку». Під час обстеження жертву знову відсовували і так повторювалося 20–30 разів, поки оса не відлітала, так і не добившись потрібного результату. Дослід переконаливо доводить природжений, жорстко закріпленний характер інстинктивних реакцій. Такі реакції біологічно доцільні та виправдані, але лише в природних умовах. Лише ті організми, які володіють вищими формами поведінки, здатні пристосовуватися до найрізноманітніших умов, що змінюються.

27. Якщо виробляється УР на тон «мі», то за відсутності іррадіації лише він викликати УР, наприклад, виділення слини. Насправді ж на ранніх стадіях вироблення УР слина виділятиметься і на дію інших тонів — «ре, фа, соль» і т. д. І лише після кількох повторень слина виділятиметься лише на тон «мі». Після іррадіації збудження станеться його концентрація.

28. Новонароджене щеня м'яса ще не їсть, тому на ньому не можна провести перевірку. Але якщо деякий час після народження щеня годувати будь-якою їжею, але ніколи не давати йому м'яса, то під час першого знайомства з настільки смачною їжею слина виділятися не буде. Якщо ж м'ясо хоч би одного разу з'їдене, то надалі один вигляд і запах його викликають слиновиділення. Отже, даний рефлекс не природжений, але у природних умовах виробляється самостійно. Тому подібні рефлекси називаються натуральними, на відміну від штучних УР, утворених у експерименті.

29. Гостре згасання ми не можемо застосувати за умовою завдання. А хронічне згасання у чистому вигляді провести не можна, бо завдяки особливостям методики собака «не знає», що підкріплення не вироблялося. Але спробуємо об'єднати обидва способи згасання. З одного боку, повторно вмикатимемо миготливе світло, не підкріплюючи його струмом, — хронічне згасання. З другого — час дії умовного подразника з 10 до 20–30 с. У такому варіанті згасання УР удасться викликати.

30. Для вироблення УР на якийсь час потрібно давати підкріплення строго у певний час дня. Аналогічно для вироблення УР на обстановку підкріплення виробляють у строго певній обстановці, наприклад, у тій самій кімнаті у кутку. Тому під час вироблення комплексного УР потрібно, за умов підкріплення комплексного умовного подразника (час і обстановка) безумовним (їжа), поєднувати обидва фактори, що входять до комплексного подразника. Наприклад, собаку приводять до кімнати № 1 о 10-й годині ранку і не годують. Собаку приводять до кімнати № 2 о 6-й годині вечора і теж не годують. Собаку приводять до кімнати № 2 о 10-й годині ранку і годують. Після вироблення УР слиновиділення з'являтиметься лише в останньому варіанті досліду.

31. Для цього треба спробувати виробити систему УР, у якій одна з цих фігур має бути позитивним умовним сигналом, а інша — негативним, гальмівним (диференційне гальмування).

32. Зовнішнє, позамежне, таке, що запізнюється, згасаюче, кіркове, диференційне гальмування і «умовне гальмо».

33. Можна. Для цього треба впливати на другу сигнальну систему — дати інструкцію типу: «після того як спалахне лампа, вам буде нанесений укол». Після цього перше ж пред'явлення умовного подразника (лампи) викликає прояв безумовної реакції — наприклад, звуження судин шкіри.

34. Умовний рефлекс не виявиться, оскільки для собаки слово «дзвінок» не є сигналом справжнього дзвінка, а просто звуковим подразником, складеним з певного поєднання звуків.

35. Собака — 10 поєднань, голуб — 50, риба — 200. Кількість поєднань, необхідних для формування тимчасового зв'язку і закріплення, залежить від зрілості філогенезу головного мозку.

36. За умов видалення скроневих часток головного мозку умовні рефлекси зникають, за умов видалення потиличних — зберігаються.

37. Так, у новонародженої дитини утворюються харчові умовні рефлекси на голос матері, її запах і т. ін. У відповідь на подразники новонароджена дитина шукає сосок і здійснює смоктальні рухи.

38. Найімовірніше, лобова частка.

39. Ні, оскільки зберігаються вертикальні (через підкірку) зв'язки між ділянками кори.

## Глава 16. ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### Конкретні цілі:

1. Пояснювати механізми інтеграційної діяльності на основі аналізу ролі різних структур нової кори головного мозку.

2. Пояснювати механізми інтеграційної діяльності нової кори головного мозку за умов формування мови у людини і оцінювати її стан на основі фізіологічних критеріїв.

3. Пояснювати фізіологічні основи методів дослідження типів нервової системи у людини.

4. Пояснювати механізми інтеграційної діяльності головного мозку, що зумовлюють процеси свідомості, мислення, сну і його видів.

### 16.1. ОСОБЛИВОСТІ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіології вищої нервової діяльності й уміння проводити її дослідження простими клінічними методами дозволяють лікарям диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані з функціональною поведінкою людини.

*Мета заняття.* Знати:

1. Фізіологічні основи механізмів формування поведінки людини.
2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження вищої нервової діяльності.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Функції нової кори головного мозку і ВНД людини.
2. Функціональна асиметрія кори великих півкуль головного мозку, концепція домінантної півкулі, функції недомінантної півкулі, взаємодія півкуль.

3. Мова. Функції мови. Фізіологічні основи її формування. Вікові аспекти ВНД у людини.

4. Типи вищої нервової діяльності, їх класифікація, фізіологічні основи, методи дослідження. Роль виховання.

5. Мислення. Роль мозкових структур у процесі мислення. Свідомість.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Перерахуйте фазові стани і дайте характеристику фазовим станам у діяльності кори головного мозку.
2. Перерахуйте всі властивості нервових процесів, які визначають ВНД.
3. Дайте класифікацію типів ВНД за Гіппократом і І. П. Павловим.
4. Охарактеризуйте функції мови.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження функціональної асиметрії кори великих півкуль.
2. Визначення художнього та розумового типу людей за допомогою тестування.
3. Визначення темпераменту людини за тестом Айзенка.

### **Методика дослідження функціональної асиметрії кори великих півкуль**

У нормі за оцінкою сигналів ззовні обидві півкулі працюють взаємно, права розпізнає сигнал як єдине ціле, ліва — проводить його аналіз, дає назву, знаходить логічне пояснення. Якщо провідна ліва півкуля, то людина є правшею, якщо права — лівшею. Якщо обидві півкулі однаково мірою активні, то така людина є амбідекстером.

*Для роботи необхідні:* олівець, ручка, що розкручується, секундомір, лінійка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи:*

1. *Визначення провідного ока: проба Розенбаха.* Випробовуваний у положенні сидючи або стоячи витягує руку з олівцем вперед і дивиться на неї двома очима. Потім закриває праве око і відзначає, чи змістилося зображення за цих умов. Знову дивиться двома очима. Потім повторює попередню пробу з лівим оком. Провідним оком є те, за умов закривання якого зображення зміщується (закривання правого ока — переміщення вправо, лівого — вліво).

*Проба з прицілюванням:* при прицілюванні, наприклад за допомогою олівця, у правші провідне око праве.

2. *Визначення провідної руки: «поза Наполеона».* Випробовуваний у положенні сидючи або стоячи переплітає передпліччя. У правші зверху знаходиться праве передпліччя; *тест на аплодування:* правша б'є правою долонею по лівій; *тест на розкручування* (наприклад авторучки). Правша в лівій руці тримає авторучку, а правою маніпулює; *проба з одночасною дією двох рук* — малювання: у правші малюнок правою рукою виходить краще; *графічний тест:* у правші краще написання слів виходить правою рукою. *Здатність до «дзеркального» написання слів лівою рукою* — позитивна проба на ліворукість.

3. *Визначення провідного великого пальця:* випробовуваний у положенні сидючи або стоячи переплітає пальці рук. У правші зверху знаходиться правий великий палець.

4. *При перехрещуванні ніг* у правші зверху або спереду знаходиться права нога.

5. *Тест на відхилення від заданого напрямку ходьби:* під час ходьби із заплющеними очима по прямій лінії спостерігається відхилення у протилежний бік від провідної ноги.

6. *Індивідуальне відчуття часу* — тест на праворукість, оскільки ліва півкуля чітко аналізує час. Випробовуваний запам'ятовує тривалість однієї хвилини, візуально стежачи за годинником, а потім самостійно, не дивлячись на годинник, намагається визначити початок і закінчення наступної хвилини.

7. *Індивідуальне відчуття простору* — тест на ліворукість: випробовуваний намагається візуально запам'ятати відстань у 10 см, а потім самостійно із заплющеними очима намалювати її. Права півкуля чітко сприймає простір.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані записують у протокол і порівнюють з показниками у різних випробовуваних.

### **Методика визначення художнього та розумового типу людей за допомогою тестування**

*Для роботи необхідні:* набори слів для класифікації понять.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* На дошці записують набір з 9 слів і пропонують випробовуваним розділити їх по 3 слова в групи із загальними ознаками. Можливі групування слів: 1) за зовнішнім виглядом предметів; 2) за призначенням предметів, їх абстрактними властивостями; 3) нерегульоване групування слів.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані записують до протоколу і порівнюють з показниками у різних випробовуваних. Групування слів за першим способом свідчить про образне мислення, властиве людям художнього типу, за другим способом — про абстрактне мислення, характерне для розумового типу. Якщо використано обидва типи класифікації, це означає, що в обстежуваних проміжний (середній) тип мислення.



**Методика визначення темпераменту**  
**(опитувальник Айзенка)**

Автор двофакторної моделі особистості Г. Айзенк як показники основних властивостей особистості використовував екстраверсію-інтроверсію і нейротизм. У загальному розумінні екстраверсія — це спрямованість особистості на оточуючих людей і події, інтроверсія — спрямованість особистості на її внутрішній світ, а нейротизм — поняття, синонімічне тривожності, що виявляється як емоційна нестійкість, напруженість, емоційна збудливість, депресивність.

*Для роботи необхідні:* бланки опитувальника Айзенка, аркуш паперу, ручка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

Опитувальник містить 57 питань, з яких 24 пов'язані зі шкалою екстраверсії-інтроверсії, ще 24 — зі шкалою нейротизму, а решта 9 входять у контрольну Л-шкалу (шкала брехні), призначену для оцінки міри щирості випробовуваного при відповідях на питання (додаток).

*Проведення роботи.* Перед початком дослідження випробовуваний отримує таку інструкцію: «Вам буде запропоновано відповісти на низку запитань. Відповідайте лише “так” чи “ні” знаком плюс у відповідній графі, не роздумуючи, відразу ж, оскільки важлива перша реакція. Мається на увазі, що досліджуються деякі особові, а не розумові особливості, так що правильних або неправильних питань тут немає». Обробка результатів проводиться за допомогою ключів.

*Результати роботи та їх оформлення.* Складіть протокол досліду. Оцініть рівневі характеристики показників випробовуваного, тип темпераменту.

*Особистісний опитувальник Айзенка*

**Форма А**

1. Чи часто Ви відчуваєте потяг до нових вражень, до того, аби «здрігнути», відчуті збудження?
2. Чи часто Ви потребуєте друзів, які Вас розуміють, можуть підбадьорити або втішити?
3. Ви людина безтурботна?
4. Чи не вважаєте Ви, що Вам дуже важко відповідати «ні»?
5. Чи замислюєтеся Ви перед тим, як щось зробити?
6. Якщо Ви обіцяєте щось зробити, чи завжди Ви дотримуєтеся своїх обіцянок (незалежно від того, зручно це Вам чи ні)?
7. Чи часто у Вас бувають спади і підйоми настрою?
8. Зазвичай Ви дієте і говорите швидко, не роздумуючи?
9. Чи часто Ви відчуваєте себе нещасною людиною без достатніх на те причин?
10. Чи зробили б Ви майже все що завгодно на спір?
11. Чи виникають у Вас відчуття боязкості та сорому, коли Ви хочете завести розмову з симпатичною(им) незнайомкою(цем)?

12. Чи Ви інколи втрачаєте витримку, тобто буваєте злими?
13. Чи часто Ви дієте під впливом хвилиночного настрою?
14. Чи часто Ви турбуєтеся через те, що зробили або сказали що-небудь таке, чого не слід було б робити або говорити?
15. Чи вважаєте Ви за краще зазвичай книги, аніж зустрічі з людьми?
16. Чи легко Вас образити?
17. Чи любите Ви часто бувати у компанії?
18. Чи бувають у Вас інколи думки, які Ви хотіли б приховати від інших?
19. Чи вірно, що Ви інколи сповнені енергії так, що все горить у руках, а інколи зовсім мляві?
20. Чи вважаєте Ви за краще мати менше друзів, зате особливо близьких Вам?
21. Чи часто Ви мрієте?
22. Коли на Вас кричать, чи відповідаєте Ви тим же?
23. Чи часто Вас непокоїть відчуття провини?
24. Чи всі Ваші звички гарні та бажані?
25. Чи здатні Ви дати волю своїм почуттям і щосили повеселитися в компанії?
26. Чи вважаєте Ви себе людиною збудливою і чутливою?
27. Чи вважають Вас людиною жвавою та веселою?
28. Чи часто, зробивши яку-небудь важливу справу, Ви переживаєте відчуття, що могли б зробити її краще?
29. Ви більше мовчите, коли знаходитесь в товаристві інших людей?
30. Ви інколи розпускаєте плітки?
31. Чи буває, що Вам не спиться через те, що різні думки лізуть у голову?
32. Якщо Ви хочете дізнатися про що-небудь, то вважаєте за краще прочитати про це у книзі, ніж запитати?
33. Чи буває у Вас серцебиття?
34. Чи подобається Вам робота, яка потребує від Вас постійної уваги?
35. Чи бувають у Вас напади тремтіння?
36. Чи завжди Ви платили б за провезення багажу на транспорті, якби не побоювалися перевірки?
37. Вам неприємно знаходитися у товаристві, де жартують один над одним?
38. Чи дратівливі Ви?
39. Чи подобається Вам робота, яка вимагає швидкості дій?
40. Чи хвилюєтеся Ви з приводу якихось неприємних подій, які могли б статися?
41. Ви ходите повільно і неквапливо?
42. Ви коли-небудь спізнювалися на побачення або на роботу?
43. Чи часто Вам сняться кошмари?
44. Чи вірно, що Ви так любите поговорити, що ніколи не упустите нагоди поговорити з незнайомою людиною?

45. Чи непокоять Вас які-небудь болі?  
 46. Ви відчували б себе дуже нещасним, якби тривалий час були позбавлені широкого спілкування з людьми?  
 47. Чи можете Ви назвати себе нервовою людиною?  
 48. Чи є серед Ваших знайомих люди, які Вам явно не подобаються?  
 49. Чи можете Ви сказати, що Ви вельми упевнена у собі людина?  
 50. Чи легко Ви ображаєтеся, коли люди вказують на Ваші помилки в роботі або на Ваші особисті промахи?  
 51. Ви вважаєте, що важко отримати справжнє задоволення від вечірки?  
 52. Чи непокоїть Вас відчуття, що Ви чимось гірші за інших?  
 53. Чи легко Вам внести пожвавлення в досить нудну компанію?  
 54. Чи буває, що Ви говорите про речі, на яких не знаєтеся?  
 55. Чи турбуєтеся Ви про своє здоров'я?  
 56. Чи любите Ви жартувати над іншими?  
 57. Чи страждаєте Ви від безсоння?

*Ключ до особистісного опитувальника Айзенка:*  
*Екстраверсія:* питання 1, 3, 8, 10, 13, 17, 22, 25, 27, 39, 44, 46, 49, 53, 56 — відповіді «так»; питання 5, 15, 20, 29, 32, 34, 37, 41, 51 — відповіді «ні».

*Нейротизм:* питання 2, 4, 7, 11, 14, 16, 19, 21, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 40, 43, 45, 47, 50, 52, 55, 57 — відповіді «так».

*Брехня:* питання 6, 24, 36 — відповіді «так»; питання 12, 18, 30, 42, 48 — відповіді «ні».

### **Методика дослідження тривожності (опитувальник Спілбергера)**

Вимірювання тривожності як властивості особистості особливо важливе, оскільки ця властивість багато у чому зумовлює поведінку суб'єкта. Певний рівень тривожності — природна й обов'язкова особливість активної діяльності особистості.

Опитувальник шкал самооцінки Спілбергера, що включає інструкції та 40 питань-думок, з яких 20 призначені для оцінки рівня ситуативної тривожності і 20 — для оцінки рівня особистісної тривожності (табл. 16.1–16.3).

*Для роботи необхідні:* бланки опитувальника Спілбергера, ручка.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Експериментатор пропонує випробовуваним відповісти на питання шкал згідно з інструкціями, поміщеними в опитувальнику. На кожне питання можливі чотири варіанти відповіді за мірою інтенсивності.

*Обробка результатів* проводиться за допомогою оцінок показників тривожності.

За інтерпретацією показників можна використовувати такі орієнтовні оцінки тривожності:

- до 30 балів — низька;  
 31–40 балів — помірною;  
 45 і більше — висока.

*Результати роботи та їх оформлення.* Складіть протокол дослідження. Порівняйте показники ситуативної й особистісної тривожності залежно, наприклад, від статевої та вікової належності випробовуваних.

Таблиця 16.1

**Шкала ситуативної тривожності**

№	Думка	Відповіді			
		Ні, це не так	Мабуть, так	Вірно	Абсолютно вірно
1	Я спокійний	1	2	3	4
2	Мені нічого не загрожує	1	2	3	4
3	Я відчуваю напруженість	1	2	3	4
4	Я внутрішньо скутий	1	2	3	4
5	Я почуваюся спокійно	1	2	3	4
6	Я засмучений	1	2	3	4
7	Мене хвилюють можливі невдачі	1	2	3	4
8	Я відчуваю душевний спокій	1	2	3	4
9	Я стривожений	1	2	3	4
10	Я переживаю відчуття внутрішнього задоволення	1	2	3	4
11	Я упевнений у собі	1	2	3	4
12	Я нервую	1	2	3	4
13	Я не знаходжу собі місця	1	2	3	4
14	Я напружений	1	2	3	4
15	Я не відчуваю скутості, напруженості	1	2	3	4
16	Я задоволений	1	2	3	4
17	Я стурбований	1	2	3	4
18	Я дуже збуджений, і мені не по собі	1	2	3	4
19	Мені радісно	1	2	3	4
20	Мені приємно	1	2	3	4

Таблиця 16.2

## Шкала особистісної тривожності

№	Думка	Відповіді			
		Ніколи	Майже ніколи	Часто	Майже завжди
1	У мене буває піднесений настрій	1	2	3	4
2	Я буваю дратівливим	1	2	3	4
3	Я легко можу засмутитися	1	2	3	4
4	Я хотів би бути таким же успішним, як інші	1	2	3	4
5	Я дуже переживаю неприємності і не можу про них забути	1	2	3	4
6	Я відчуваю приплив сил, бажання працювати	1	2	3	4
7	Я спокійний, холонокровний і зібраний	1	2	3	4
8	Мене турбують можливі труднощі	1	2	3	4
9	Я дуже засмучуюсь через дрібниці	1	2	3	4
10	Я буваю цілком щасливим	1	2	3	4
11	Я все беру близько до серця	1	2	3	4
12	Мені не вистачає впевненості в собі	1	2	3	4
13	Я відчуваю себе беззахисним	1	2	3	4
14	Я намагаюсь уникати критичних ситуацій і труднощів	1	2	3	4
15	У мене буває нудьга	1	2	3	4
16	Я буваю задоволеним	1	2	3	4
17	Усілякі дрібниці відволікають і хвилюють мене	1	2	3	4
18	Буває, що я відчуваю себе невдахою	1	2	3	4
19	Я врівноважена людина	1	2	3	4
20	Мене охоплює занепокоєння, коли я думаю про свої діла і клопоти	1	2	3	4

Таблиця 16.3

## Ключ до опитувальника Спілбергера

№	Відповіді				№	Відповіді			
	Шкала ситуативної тривожності					Шкала особистісної тривожності			
1	4	3	2	1	1	4	3	2	1
2	4	3	2	1	2	1	2	3	4
3	1	2	3	4	3	1	2	3	4
4	1	2	3	4	4	1	2	3	4
5	4	3	2	1	5	1	2	3	4
6	1	2	3	4	6	4	3	2	1
7	1	2	3	4	7	4	3	2	1
8	4	3	2	1	8	1	2	3	4
9	1	2	3	4	9	1	2	3	4
10	4	3	2	1	10	4	3	2	1
11	4	3	2	1	11	1	2	3	4
12	1	2	3	4	12	1	2	3	4
13	1	2	3	4	13	1	2	3	4
14	1	2	3	4	14	1	2	3	4
15	4	3	2	1	15	1	2	3	4
16	4	3	2	1	16	4	3	2	1
17	1	2	3	4	17	1	2	3	4
18	1	2	3	4	18	1	2	3	4
19	4	3	2	1	19	4	3	2	1
20	4	3	2	1	20	1	2	3	4
					Сума				

Примітка. Під час інтерпретації показників можна використовувати такі орієнтовні оцінки тривожності: до 30 балів — низька, 31–44 бали — помірна, 45 і більше — висока.

## Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. У літературі описані випадки, коли нервовий розлад виникав у людей, змушених приховувати від своїх близьких родичів їх тяжке захворювання. У людей з яким темпераментом, за Гіппократом, найімовірніше можуть виникати такі розлади?

- A. Меланхоліки і сангвініки
- B. Меланхоліки і холерики
- C. Меланхоліки і флегматики
- D. Холерики і сангвініки
- E. Холерики і флегматики

2. Під час обстеження людини встановили сильний, урівноважений, інертний тип вищої нервової діяльності за Павловим. Який темперамент за Гіппократом в обстежуваного?

- A. Сангвінік
- B. Холерик
- C. Меланхолік
- D. Флегматик
- E. Жоден з них

3. У людини патологічний процес пошкодив лобову частку лівої півкулі, де розташований центр мови Брока. Які порушення мови спостерігатимуться у цієї людини?

- A. Не може читати
- B. Не розуміє значення слів
- C. Не може говорити
- D. Не розуміє значення слів і не може говорити
- E. Не може читати і говорити

4. Центр мови знаходиться асиметрично в лівій півкулі у:

- A. 70 % праворуких і 70 % ліворуких
- B. 95 % праворуких і 70 % ліворуких
- C. 95 % праворуких і 95 % ліворуких
- D. 95 % праворуких
- E. 70 % ліворуких

5. Специфічною особливістю вищої нервової діяльності людини є:

- A. Наявність кори великих півкуль
- B. Здатність утворювати тимчасові зв'язки
- C. Наявність сенсорних систем
- D. Здатність кори до аналітично-синтетичної діяльності
- E. Наявність сигнальних систем дійсності

6. Які статеві особливості функціональної асиметрії кори великих півкуль?

- A. Латералізація мовних функцій більше виражена у чоловіків
- B. Латералізація мовних функцій більше виражена у жінок
- C. Латералізація мовних функцій не залежить від статі
- D. Латералізація мовних функцій залежить від віку
- E. Латералізація мовних функцій не залежить від статі та віку

7. Під час обстеження людини визначили, що у неї провідною є ліва півкуля. Рівень функціонування якої сигнальної системи є вищим у цієї людини і до якого типу вищої нервової діяльності вона належить?

- A. Розумовий, 2-га сигнальна система
- B. Художній, 2-га сигнальна система
- C. Середній, 1-ша і 2-га сигнальні системи
- D. Розумовий, 1-ша сигнальна система
- E. Художній, 1-ша сигнальна система

8. Формування мови у дитини відбувається у кілька фаз. Дитина на слово відповідає словом. У якому віці це відбувається?

- A. Перше півріччя після народження
- B. Друге півріччя після народження
- C. На другому році життя
- D. Від двох до трьох років
- E. Від трьох до п'яти років

9. Формування мови у дитини відбувається у кілька фаз. У одній з них дитина відповідає на такі подразнення: безпосередній подразник викликає розмовну реакцію — «дитячий лепет». У якому віці це відбувається?

- A. Перше півріччя після народження
- B. Друге півріччя
- C. На другому році життя
- D. Від двох до трьох років
- E. Від трьох до п'яти років

10. Студент стоїть перед дверима екзаменаційної кімнати у стані емоційного напруження. Що становить провідний механізм формування емоційного напруження у такій ситуації?

- A. Брак часу
- B. Брак інформації
- C. Брак енергії
- D. Брак часу й енергії
- E. Брак енергії й інформації

## Відповіді

1. B, 2. D, 3. C, 4. B, 5. E, 6. A, 7. A, 8. D, 9. C, 10. B.

## Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Типи вищої нервової діяльності формуються як комбінація характерних якостей, за винятком:

- A. Сили
- B. Рухливості
- C. Збудливості
- D. Врівноваженості
- E. Усіх перерахованих якостей

2. Відрахований з університету студент тривалий час приховував це від своїх батьків. Згодом у нього розвинувся нервовий розлад. До якого типу темпераменту за Гіппократом міг належати цей студент?

- A. Меланхолік і холерик
- B. Меланхолік і сангвінік

- C. Меланхолік і флегматик  
D. Холерик і сангвінік  
E. Холерик і флегматик
3. Як називається вид мислення, за яким переважно обробляється інформація з другої сигнальної системи?
- A. Емоційне мислення  
B. Словесно-логічне мислення  
C. Наочно-дійове мислення  
D. Образне мислення  
E. Художнє мислення
4. Під час обстеження людини визначили, що у неї провідною є права півкуля. Рівень функціонування якої сигнальної системи вищий у цієї людини і до якого типу вищої нервової діяльності вона належить?
- A. Розумовий, 2-га сигнальна система  
B. Художній, 2-га сигнальна система  
C. Середній, 1-ша і 2-га сигнальні системи  
D. Розумовий, 1-ша сигнальна система  
E. Художній, 1-ша сигнальна система
5. Який відділ ЦНС домінує під час аналізу і синтезу абстрактних (словесних) сигналів?
- A. Лімбічна система  
B. Таламус  
C. Гіпоталамус  
D. Ліва півкуля  
E. Права півкуля
6. Формування мови у дитини відбувається у кілька фаз. Слово діє у комплексі з безпосереднім подразником і не викликає адекватної реакції. У якому віці це відбувається?
- A. Перше півріччя після народження  
B. Друге півріччя після народження  
C. На другому році життя  
D. Від двох до трьох років  
E. Від трьох до п'яти років
7. Формування мови у дитини відбувається у кілька фаз. В один із періодів дитина розуміє, але не говорить. У цей час закладається початок діяльності соціальних сигнальних систем — на слово виникає безпосередня вегетативна або соматична реакція. У якому віці це відбувається?
- A. Перше півріччя після народження  
B. Друге півріччя після народження  
C. На другому році життя  
D. Від двох до трьох років  
E. Від трьох до п'яти років
8. За допомогою якого методу можна скласти уявлення про тип вищої нервової діяльності?
- A. Методу умовних рефлексів  
B. Методу спостережень  
C. Психологічного спостереження  
D. Самооцінки  
E. Усі відповіді правильні
9. П'ятирічна дитина після черепно-мозкової травми на деякий час втратила здатність гово-

рити, але через тривалий час ця здатність у неї відновилася. Яка півкуля була травмована, і за рахунок якої особливості ЦНС у дітей відновлення мови стало можливим?

- A. Ліва півкуля, пластичність  
B. Права півкуля, пластичність  
C. Ліва півкуля, рухливість  
D. Права півкуля, рухливість  
E. Обидві півкулі, пластичність

10. У тропічному лісі наукова експедиція відібрала у племені мавп дитину, яка втратила здатність говорити. Усі способи відновити мову дитини не увінчалися успіхом. У якому віці було знайдено дитину?

- A. Від 2 років  
B. Від 2 до 3 років  
C. Від 3 до 4 років  
D. Від 4 до 5 років  
E. Старше 5 років

### ***Відповіді***

1.C, 2.A, 3.B, 4.E, 5.D, 6.A, 7.B, 8.E, 9.A, 10.E.

### ***Ситуаційні завдання***

1. У людини у результаті черепно-мозкової травми уражена ліва півкуля. Поясніть:

1) Які функції за цих умов порушуються?  
2) Які центри розташовані у лівій півкулі у правшів?

2. Поясніть, як довести в експерименті на тварині, що даний орган (наприклад кишечник), має аферентне представництво у корі.

3. Починаючи перші дослідження з вивчення УР, І. П. Павлов побудував спеціальні «башти мовчання», у яких знаходилися експериментальні камери з абсолютною звукоізоляцією. Проте згодом виявилось, що в таких камерах собаки засинають. Особливо швидко це відбувалося з собаками-сангвініками. У чому полягає причина такої, здавалося б, несподіваної реакції?

4. Швидкість вироблення УР — один із показників сили процесу збудження. Існує методика вироблення УР у людини. Випробовуваний повинен натискувати на важіль, кнопку і т. ін. Спочатку вмикається умовний подразник (дзвінок, лампочка тощо), потім дається мовне підкріплення — «натискайте». Після кількох поєднань випробовуваний починає натискати на важіль відразу після включення умовного подразника, не чекаючи команди «натискайте». Це свідчить про те, що УР утворився. Проте деякі випробовувані навіть після кількох десятків поєднань не натискають на важіль, поки не отримують словесний наказ. Поясніть дане явище.

5. Фехтувальник або боксер-лівша за інших однакових умов відповідає на випадок противника на частку секунди швидше, ніж правша. Поясніть, чому.

6. Відомі випадки у клініці, коли людина, відчувачи гнів під час розмови з ким-небудь,

замахується на співбесідника однією рукою і тут же, аби утримати цю руку від удару, хапає її другою рукою. Поясніть, яка структура у головному мозку за цих умов уражена патологічним процесом.

7. Поясніть, як довести в експерименті на тварині, що даний орган (наприклад нирка) може управлятися сигналами, що надходять з кори великих півкуль.

8. Як в експерименті на людині довести наявність явища узагальнення у другій сигнальній системі, використовуючи метод УР?

9. На двох собаках ставили такі дослідження. У одного досліджували харчові УР (1-ша серія дослідів), а потім викликали у нього невротичний стан і повторювали дослідження (2-га серія). У другого собаки відразу викликали аналогічний невротичний стан, а потім досліджували такі ж УР (1-ша серія), після чого провели успішне медикаментозне лікування і повторили дослідження (2-га серія). На якому з двох цих собак були отримані наведені результати?

Умовний подразник — дзвінок. Змінювали силу умовного подразника, що вимірювали у децибелах. У першій серії сила становила 60, 70, 80, 90 і 100 дБ. Величина УР у краплях слини: 34, 39, 31, 22 і 14. У другій серії сила умовного подразника була 60, 70, 80, 90 і 100 дБ. Величина УР у краплях слини: 32, 38, 45, 53 і 44.

10. І. П. Павлов описав випадок психічного розладу у студента, який після закінчення духовної семінарії вступив на медичний факультет університету. Захворювання виникло і стало прогресувати під час занять в університеті. За рекомендацією лікарів студента перевели на гуманітарний факультет. Після цього поступово відновився нормальний стан і він зміг продовжувати навчання. Поясніть, до якого типу ВНД можна зарахувати цю людину.

11. У літературі описані такі випадки. У сім'ї хтось захворів і виявилось, що хвороба дуже небезпечна. Від хворого це доводиться приховувати. Через деякий час у когось з родичів, вимушених так поводитися, виникає нервовий розлад. Поясніть, до якого типу ВНД, швидше за все, належать такі люди.

12. Поясніть, чи правильно зіставлені типи ВНД за І. П. Павловим і темпераменти за Гіпократом: сильний, урівноважений, рухливий — холерик; сильний, урівноважений, інертний — сангвінік; сильний неврівноважений — флегматик; слабкий — меланхолік.

13. Поясніть, за яких умов виникає зрив ВНД.

14. Перелічіть невротичні фази, які можна спостерігати за умов перенапруження збудливого або гальмівного процесу.

15. Людина — лівша, страждає на моторну афазію. Поясніть, яка ділянка кори великих півкуль у неї уражена.

16. У людини порушене абстрактне мислення. Поясніть, функція якої півкулі порушена.

17. Навчаючись письму, дитина «допомагає» собі головою і язиком. Поясніть, який механізм цього явища.

### *Відповіді до ситуаційних завдань*

1. 1) Порушується мова і рух правих кінцівок.  
2) Центр мови.

2. Можна подразнювати рецептори кишечника і намагатися виявити у відповідь реакцію у нейронах кори. Проте зробити це дуже складно, бо невідомо, які саме нейрони пов'язані з відповідним органом. Крім того, доведеться ставити гострий дослід, використовувати складну апаратуру і т. ін. Простіше піти іншим шляхом, як це було зроблено в лабораторіях К. М. Бикова у 40-ві роки ХХ ст.

Виклинемо реакцію, в якій свідомо має брати участь кора великих півкуль, але так, щоб встановити це можна було простішим шляхом. Для цього спробуємо виробити відповідний інтероцептивний УР. Наприклад, зрошуватимемо відрізок кишки теплою водою або роздуватимемо у ній гумовий балончик і підкріплюватимемо це яким-небудь безумовним подразником, наприклад, больовим впливом на лапу. Якщо після кількох таких повторних поєднань у відповідь на роздування балончика в кишечнику собака стане відсмикувати лапу, то ми досягли поставленої мети — інтероцептивний УР виробився. А це, у свою чергу, свідчить про те, що імпульси від рецепторів кишки надходили до кори великих півкуль, де і утворився тимчасовий зв'язок.

3. Відомо, що різке обмеження аферентних імпульсів значно знижує тонус кори великих півкуль. Особливо чутливі до цього сангвініки, яким для підтримки властивого їм діяльного стану необхідний постійний приплив інформації.

4. Деякі випробовувані, вочевидь, привчені до того, що треба реагувати лише на словесний наказ. Подібне гальмування йде з боку другої сигнальної системи, що не дозволяє виробити даний УР. Таке явище часто зустрічається у солдатів, звиклих до чіткого і строгого виконання словесних наказів.

5. Права півкуля відповідає правою рукою, а ліва — лівою. Для відповіді правшам збудження повинне з правої півкулі через мозолисте тіло перейти у ліву півкулю і викликати у відповідь випад правою рукою. А у лівшів все відбувається у межах однієї і тієї ж правої півкулі, яка управляє рухами лівої руки. Права півкуля втрачає той час, який необхідний для переходу збудження з правої півкулі через мозолисте тіло у ліву півкулю.

6. Завжди, коли ми маємо справу з правим і лівим (різні руки), то слід думати про функціональну асиметрію півкуль. За емоції відповідає права півкуля, за логічний аналіз — ліва. У здорової людини будь-яка реакція у відповідь виникає в результаті взаємодії півкуль, які в кожному випадку між собою «домовляються». У людини ж спостерігалося відокремлення — кожна півкуля реагувала незалежно від іншої. Отже, зв'язок між півкулями був порушений, а він здійснюється через мозолисте тіло, саме в ньому розвинувся якийсь патологічний процес.

7. Найбільш простий і наочний спосіб доказу полягає у виробленні УР. Відомо, що за цих умов замикання тимчасового зв'язку відбувається

обов'язково у корі великих півкуль. Отже, якщо вдасться виробити такий УР, який приводить до зміни роботи органа, що вивчається, то це свідчить про те, що сигнали, які змінюють цю діяльність, приходять з кори великих півкуль. Спочатку викличемо безумовний рефлекс (БР). Вводитимемо до організму собаки значні кількості рідини, наприклад фізіологічний розчин, що приведе до збільшення діурезу. Потім перед водним навантаженням кожного разу включатимемо індиферентний подразник — світло, дзвінок, метроном тощо. Після певної кількості поєднань одне лише включення умовного подразника починає викликати збільшення діурезу, тобто УР виробився, і явище, вказане у завданні, доведено. Аналогічні результати отримані у дослідженнях на немовлятах. Після початку підгодовування дитини різними молочними продуктами виявляється, що через деякий час після повторних годувань її з пляшки лише її вигляд починає викликати такі зміни у компонентах сечі, які характерні саме для даного харчового продукту.

8. Узагальнення пов'язане з використанням понять, що носять об'єднувальний характер щодо деяких конкретних об'єктів. Наприклад, яблуко, груша, слива, абрикос — фрукти. Реакції у другій сигнальній системі пов'язані з дією словесних подразників. Так, можна виробити УР — руховий, судинний, мигальний тощо на слово «горобець», «ластівка», «соловей» і т. ін. Після зміцнення УР він може бути викликаний узагальнювальним словом — «птахи». Міра такого узагальнення у людини вельми велика. Наприклад, УР, вироблений на слово «погано», можна відтворити словом «війна» і т. ін.

9. У цьому випадку діятиме закон силових стосунків: при посиленні умовного подразника величина УР зростає, але до певної межі. У першій серії порушення цього закону, пов'язане з виникненням позамежного гальмування, сталося за умов сили звуку 80 дБ, а у другій серії — за умов дії сили у 100 дБ. Отже, у другій серії працездатність нервових клітин виявилася вищою. Звідси висновок — представлені результати дослідження, проведеного на другому собаці, коли після лікування стан тварини покращився.

10. Спочатку книги духовного змісту, заспокоєння, а потім — жаби, кров, трупи. Вочевидь, у молодій людини був різко виражений інертний тип нервової системи (флегматик). Такі люди зазвичай складно переносять значні зміни життєвих умов і погано до них пристосовуються. Навчання ж на гуманітарному факультеті набагато ближче до духовної освіти, що і сприяло одужанню.

11. Коли людина вимушена пригнічувати у собі які-небудь емоції, це викликає перенапруження процесу гальмування. Найуразливіші у цьому відношенні представники двох типів нервової системи — меланхоліки і холерики.

12. Невірно, оскільки флегматик відповідає сильному, врівноваженому, інертному типу, сангвінік — сильному, врівноваженому, рухливому, а холерик — сильному, нерівноваженому типу ВВД.

13. Зрив ВВД і невроз виникають за умов перенапруження сили або рухливості збудливого чи гальмівного процесів у корі головного мозку, а також під час їх порушення.

14. Зрівняльна, парадоксальна, ультрапарадоксальна, гальмівна.

15. Уражена права півкуля — ділянка нижньої частини передньої центральної звивини (44-те поле за Бродманом).

16. Лівої.

17. Сильне збудження, яке виникає за умов недостатнього освоєння рухового навичку, призводить до явища іррадіації збудження і залучення до процесу додаткових м'язів.

## **16.2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАМ'ЯТІ. ВИДИ І МЕХАНІЗМИ ПАМ'ЯТІ. РОЛЬ ПЕПТИДІВ У РЕГУЛЯЦІЇ МЕХАНІЗМІВ ПАМ'ЯТІ І НАВЧАННЯ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання механізмів пам'яті і вміння проводити її дослідження простими клінічними методами дозволяють лікарям диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані з функціонуванням цієї системи.

*Мета заняття.* Знати:

1. Фізіологічні механізми пам'яті.
2. Фізіологічні основи клінічних способів дослідження функціонального стану системи пам'яті.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Пам'ять та її значення у формуванні пристосованих реакцій.
2. Види пам'яті. Сенсорна пам'ять. Короткочасна і довготривала пам'ять.
3. Сучасне уявлення про механізми пам'яті.
4. Нейромедіаторні механізми пам'яті.
5. Міжнейрональні взаємодії у процесі запам'ятовування.
6. Роль окремих структур мозку у процесах збереження і відтворення інформації.
7. Фізіологічні основи механізмів спогадів і забування.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть механізми пам'яті.
2. Опишіть види пам'яті.
3. Поясніть поняття «мозковий апарат пам'яті».
4. Опишіть порушення пам'яті.
5. Опишіть механізми короткочасної та довготривалої пам'яті.
6. Перерахуйте нейромедіатори, які покращують процеси пам'яті.

*Програма практичної роботи на занятті:*

1. Дослідження динаміки процесу заучування.
2. Дослідження процесу запам'ятовування.

### **Методика дослідження динаміки процесу заучування**

Запам'ятовування матеріалу може відбуватися без вживання спеціальних засобів: шляхом заучування або використання спеціальних засобів, направлених на запам'ятовування.

Для роботи необхідні: картка з 12 не зв'язаними між собою за сенсом простими словами, такими, що складаються з 4–6 літер; секундомір.

Об'єкт дослідження — людина.

Проведення роботи. Випробовуваному пропонують ряд із 12 слів із вимогою завчити його до безпомилкового відтворення у будь-якому порядку. Після кожного пред'явлення ряду випробовуваний відтворює його. Ряд повторюється через 5 с після закінчення відтворення. Утримані елементи фіксуються у протоколі знаком «+», якщо випробовуваний називає слово, якого раніше не було, воно записується у примітці до протоколу. Дослід триває до повного заучування всього ряду.

Результати роботи та їх оформлення. Підрахуйте загальну кількість правильно відтворених слів під час кожного повторення, позначивши її буквою V. Побудуйте за цими даними графік заучування, на якому за віссю абсцис відкладаються порядкові номери повторень, за віссю ординат — значення V (табл. 16.4).

Таблиця 16.4

№ відтворення	Результати відтворення елементів												Примітка	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1														
2														

#### Методика дослідження запам'ятовування

Запам'ятовування — процес, у результаті якого відбувається закріплення нової інформації шляхом сполучення її з набутою раніше. Запам'ятовування — закономірний продукт дії суб'єкта з об'єктом.

Для роботи необхідні: картка з 40 не зв'язаними між собою за сенсом простими словами, такими, що складаються з 4–6 літер; секундомір.

Об'єкт дослідження — людина.

Для роботи випробовуваних складаються бланки за схемою стеження (табл. 16.5).

Проведення роботи. Експериментатор наводить інструкцію до досліду 1: «Я прочитаю вам 20 слів, ви повинні запам'ятати якомога більше з них. За моєю командою ви повинні відтворити ці слова у зошиті, результати занести до протоколу». Для роботи випробовуваного складається бланк за нижченаведеною схемою (табл. 16.6).

Проведення роботи. Випробовуваному дають інструкції: «Вам будуть названі окремі склади (слова, фрази), які ви прослухаєте, а потім після моєї команди занесете до протоколу».

Результати роботи та їх оформлення. Порівняйте кількість неправильних відповідей у 1, 2 і 3-му пред'явлених рядах. Зробіть висновок про залежність пам'яті від змістової характеристики матеріалу, що запам'ятовується.

#### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Людина не в змозі запам'ятати і повторити інформацію, яку щойно сприйняла. Порушення якого різновиду пам'яті характерне для даної симптоматики?

- Сенсорної
- Вторинної
- Первинної
- Третинної
- Механічної

2. До лікаря звернулася людина зі скаргами на погане запам'ятовування нової інформації. Які відділи мозку, можливо, зазнали функціональних порушень?

- Гіпоталамус
- Чорна речовина
- Гіпокамп
- Передні відділи кори великих півкуль
- Червоне ядро

3. До лікаря звернулася людина зі скаргами на погане запам'ятовування нової інформації.

Таблиця 16.5

№ з/п	Дослід 1		Дослід 2		
	Слова	Помилки	Символ	Слова	Помилки
1					
...					
40					

Таблиця 16.6

Ряди	Подразники	Відтворення								Кількість правильних реакцій	Кількість помилкових реакцій
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Склади										
2	Слова										
3	Фрази										



Порушення функціонування яких нейромедіаторних систем пояснює описану симптоматику?

- A. Серотонінергічних
- B. Холінергічних
- C. Адренергічних
- D. Глутаматергічних
- E. ГАМК-ергічних

4. У чому полягають впливи опіоїдних пептидів на процеси пам'яті і навчання?

- A. У тому, що забуваються раніше набуті звички
- B. У поліпшенні формування нових умовних рефлексів
- C. У погіршенні формування нових умовних рефлексів
- D. У збільшенні часу збереження енграми у первинній пам'яті
- E. У збільшенні часу збереження енграми у вторинній пам'яті

5. Після тяжкої катастрофи людина не може вчитися, зберігати у пам'яті те, що впізнає за фотографіями. Пам'ять на події, які відбулися протягом катастрофи, цілком збережена. Який відділ головного мозку ушкоджений?

- A. Медіальна скронева ділянка
- B. Гіпокамп
- C. Мозочок
- D. Специфічні ядра таламуса
- E. Неспецифічні ядра таламуса

6. П'ятирічна дитина з бабусею вперше відвідала родичів, які жили в іншому селі. Після повернення додому на питання про поїздки бабуса розповідала про родинні справи, а дитина описувала вид житла родичів, погоду. Чому у бабусі і дитини були різні враження від однієї події?

- A. У дітей краща образна пам'ять, ніж у літньому віці
- B. У літньому віці вища здатність до поза межного гальмування, ніж у дітей
- C. У літньому віці нижчий рівень уваги, ніж у дітей
- D. У дітей краща функція систем аналізаторів, ніж у дорослих
- E. У дітей активніша аналітико-синтетична діяльність, ніж у літньому віці

7. Під час дослідження пам'яті людини їй було легше запам'ятати геометричні фігури, ніж словосполучення. Яка півкуля у цієї людини є провідною і яка система насправді має вищий рівень функціонування?

- A. Права, 1-ша сигнальна система
- B. Права, 2-га сигнальна система
- C. Ліва, 1-ша сигнальна система
- D. Ліва, 2-га сигнальна система
- E. Обидві півкулі, обидві системи

8. При дослідженні пам'яті впродовж кількох секунд обстежуваному показували геометричні фігури. Під час показу в кімнату зайшла стороння людина і щось голосно сказала. У кінці ек-

перименту обстежуваний не зміг відобразити по пам'яті потрібні фігури. Який спрацював механізм забуття інформації?

- A. Шляхом стирання або руйнування
- B. За умов нетривалого використання
- C. Шляхом заміни старої інформації
- D. Забування не відбувається
- E. Шляхом відволікання

9. При дослідженні пам'яті людині впродовж частки секунди показували яскравий об'єкт. Ще 150 мс людина зберігала його у пам'яті. Який вид пам'яті досліджувався?

- A. Первинна
- B. Вторинна
- C. Третинна
- D. Короткочасна
- E. Сенсорна

10. При дослідженні пам'яті людині впродовж частки секунди показували яскравий об'єкт. Ще 150 мс вона зберігала його в пам'яті, після чого забувала. Який механізм забування?

- A. Забуває при заміні старої інформації
- B. Забуває при нетривалому використанні
- C. Забування не відбувається
- D. Забуває шляхом стирання або руйнування
- E. Забуває шляхом гальмування

### **Відповіді**

1.A, 2.C, 3.B, 4.E, 5.B, 6.A, 7.A, 8.E, 9.E, 10.D.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»**

1. Скільки часу зберігається інформація у первинній пам'яті?

- A. Кілька мілісекунд
- B. Секунди–хвилини
- C. Години–дні
- D. До одного року
- E. Кілька років

2. Скільки часу зберігається інформація у вторинній пам'яті?

- A. Хвилини–години
- B. Години–дні
- C. Дні–місяці–роки
- D. Десятки років
- E. Усе життя

3. Яка з нижчеперерахованих структур має найбільше значення у процесах формування пам'яті?

- A. Чотиригорбикове тіло середнього мозку
- B. Мигдалеподібне тіло
- C. Гіпоталамус
- D. Мозолисте тіло
- E. Гіпокамп

4. Який приблизно відсоток усвідомлюваної інформації відкладається у довготривалій пам'яті у процесі життєдіяльності людини?

- A. 10 %
- B. 20 %
- C. 50 %
- D. 100 %
- E. 1 %

5. Консолідація — це:

- A. Закріплення інформації у сенсорній пам'яті
- B. Перехід інформації з короткочасної пам'яті до довготривалої
- C. Закріплення інформації у первинній пам'яті
- D. Перехід інформації з усвідомлюваної пам'яті до неусвідомлюваної
- E. Закріплення інформації у вторинній пам'яті

6. Під час дослідження пам'яті людині впродовж частки секунди показували яскравий об'єкт. Ще 150 мс вона зберігала його в пам'яті. Який процес у ЦНС забезпечував збереження інформації?

- A. Реверберація збудження
- B. Іррадіація збудження
- C. Дивергенція збудження
- D. Конвергенція збудження
- E. Мультиплікація збудження

7. Під час дослідження пам'яті впродовж кількох секунд обстежуваному показували певну кількість геометричних фігур, після чого він повинен був їх відображувати напам'ять. Який вид пам'яті за цих умов досліджували?

- A. Сенсорну
- B. Вторинну
- C. Первинну
- D. Третинну
- E. Короткочасну

8. До невропатолога звернулася людина зі скаргою на погану пам'ять: вона добре пам'ятає минуле, але зовсім не може засвоювати нову інформацію. Який процес пам'яті порушений?

- A. Збереження
- B. Пізнавання
- C. Консолідація
- D. Відтворення
- E. Збереження

9. Людина-правша після інсульту ледве промовляє слова, проте розуміння мови, читання і можливість писати не порушені. Які відділи головного мозку, можливо, уражені за цих умов?

- A. Скронева частка лівої півкулі
- B. Лобова частка лівої півкулі
- C. Скронева частка правої півкулі
- D. Лобова частка правої півкулі
- E. Потилична частка лівої півкулі

10. Який механізм лежить в основі формування довготривалої пам'яті?

- A. Виникнення домінантного вогнища у корі
- B. Активація синтезу макромолекул (білка, ДНК, РНК)
- C. Циркуляція імпульсів замкнутими ланцюгами нейронів

- D. Реципрокне гальмування
- E. Процеси іррадіації

### **Відповіді**

1.В, 2.С, 3.Е, 4.Е, 5.В, 6.А, 7.С, 8.С, 9.В, 10.В.

### **Ситуаційні завдання**

1. Деякі люди під час підготовки до доповіді, лекції, прилюдного виступу вважають за краще промовляти текст уголос. Інші виголошують текст про себе, але при цьому ходять по кімнаті. Чим можна пояснити такі відмінності у поведінці з фізіологічних позицій?

2. Електроконвульсивний шок викликає у тварини ретроградну амнезію. Вона забуває раніше вироблений навик. Подібну дію мають деякі препарати. Як, використовуючи який-небудь з цих засобів, визначити тривалість короткочасної пам'яті?

3. Людина-правша не пам'ятає назв предметів, але правильно описує їх призначення. Поясніть, яка ділянка головного мозку у цієї людини уражена.

4. У результаті автомобільної аварії водій дістав травму голови і втратив можливість відтворити своє минуле (ретроградна амнезія). Поясніть, функція якої півкулі у нього порушена.

5. Після наркозу людина не пам'ятає інформації, яка їй була запропонована до наркозу. Поясніть, на користь якої теорії короткочасної пам'яті свідчить цей факт.

6. Поясніть, чи можуть у сліпої від народження людини виникати зорові образи під час сну.

7. Назвіть, які з перерахованих речовин є носіями пам'яті: адреналін, норадреналін, ДНК, РНК, вазопресин, гідрокортизон, гістамін, фосфодіопсин, серотонін, скотофобін, NS-1, УР-330, амелотин.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Види пам'яті класифікуються за різними ознаками, зокрема за модальністю дії: зорова, слухова, кінетична. Одні люди краще запам'ятовують те, що побачили, інші — те, що почули, а треті — те, що було пов'язане з якимись рухами тіла. Цим і пояснюється їх різна поведінка. Відповідно до цього одному учневі краще за все показати, іншому — розповісти, а третьому — дати щось зробити руками.

2. Виходячи з суті короткочасної пам'яті, потрібно визначити час, необхідний для того, щоб сприйняті сліди, що залишилися після яких-небудь дій, були переведені до довгострокової пам'яті. Образно кажучи, це час, необхідний для того, щоб книга, яка знаходиться у нас у руках, була поставлена на полицю, де вона довго зберігатиметься і перечитуватиметься у міру потреби. Для визначення цього часу викликати мемошок або вводитимемо препарат через короткі проміжки часу — 2, 5, 10, 20, 30 с після першої реалізації навички (наприклад, уникання щуром больової дії). Далі слід знайти той максималь-

ний час, після якого дія ще призводить до забування навички. Це і є тривалість короткострокової пам'яті. За час, більший від цього, амнезія не виникає, оскільки відповідна інформація вже передана у довгострокову пам'ять.

3. Уражена ліва скронева ділянка, у якій знаходиться сенсорний центр мови (поле 38–39 за Бродманом).

4. Швидше за все, правої, оскільки вважається, що сліди минулих подій зберігаються переважно в правій півкулі.

5. Даний факт свідчить на користь теорії реверберації (циркуляції) імпульсів у замкнених нейронних сітках.

6. Ні, сновидіння сліпих будуються на основі тих відчуттів, які вони отримували під час неспання.

7. Носіями пам'яті є: ДНК, РНК, амелотин, фосфодіопсин, скотофобін.

### 16.3. СОН, ЙОГО ВИДИ. БІОЛОГІЧНА РОЛЬ

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіологічних основ механізмів сну, уміння проводити його дослідження простими клінічними методами дозволяють лікареві диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані з функціонуванням ЦНС і ВНД.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми процесів сну.
2. Фізіологічні основи клінічних методів дослідження механізмів сну.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Сон, його види, фази.
2. Теорії сну.
3. Електрична активність головного мозку під час сну.
4. Фізіологічні механізми сну, його біологічна роль.
5. Структура добового сну. Характеристика стадій сну.
6. Значення сновидінь для організму.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Опишіть теорії сну.
2. Опишіть види електричної активності головного мозку.
3. Опишіть причини, які приводять до сну.
4. Опишіть види розладів сну. Поясніть причини їх виникнення.
5. Опишіть фізіологічні механізми виникнення сновидінь.
6. Опишіть пептиди, які впливають на сон.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження змін ЕЕГ під час сну з використанням матеріалів навчального відеофільму. Зробіть висновки і розв'яжіть відповідні тестові та ситуаційні завдання.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань

1. Сон 10-річного хлопчика впродовж першої половини ночі уривався епізодами скрикувань, здриганням, тахікардією і тахіпноє. Після пробудження хлопчик не може пригадати сні. Що з нижченаведеного є найбільш характерним?

- A. Його образили батьки
- B. Прояви агресивної поведінки
- C. Епілептиформні прояви
- D. Гіпнотичні стани
- E. Нічні страхи

2. До невропатолога звернулися батьки 6-річного хлопчика з приводу розладу сну. Лікарі виявили розлади повільнохвильового сну. Що з нижченаведеного лікарі зможуть виявити у сплячого хлопчика?

- A. Страшні сновидіння
- B. М'язову атонію
- C. Ходьбу уві сні
- D. Високочастотні хвилі на ЕЕГ
- E. Лабільність серцевого ритму

3. Після авіакатастрофи до нейротравматологічного відділення надійшла людина з ушкодженнями кісток таза, нижніх і верхніх кінцівок, черепа. Упродовж першого тижня вона не пробуджувалася. У зв'язку з чим можна припустити розвиток сну, що довго триває?

- A. Больовий шок
- B. Ушкодження кісток черепа
- C. Ушкодження висхідної ретикулярної формації
- D. Ушкодження мозочка
- E. Дефіцит збуджувальної нейротрансмісії

4. До лікаря звернулися батьки 3-річної дівчинки, у якої внаслідок перенесеної пологової травми виявлена тривала патологічна сонливість. Яких відділів мозку, можливо, торкнулися функціональні порушення?

- A. Блакитна пляма
- B. Ядра шва
- C. Мозочок
- D. Висхідний відділ ретикулярної формації
- E. Скроневі відділи кори великих півкуль

5. Секреція яких гормонів збільшується у людини під час сну?

- A. Адреналін, вазопресин
- B. Кортизол, вазопресин
- C. Соматотропін, пролактин
- D. Соматостатин, пролактин
- E. Пролактин, кортизол

6. Чоловік відзначає відсутність снів, часті пробудження серед ночі від серцебиття. Під час пробудження наявне поштовхання дихання. У яких відділах мозку можливі функціональні порушення за цих умов?

- A. Блакитна пляма
- B. Ядра шва
- C. Мозочок

- D. Висхідний відділ ретикулярної формації
- E. Скроневі відділи кори великих півкуль

7. Для якої фази сну характерний найнижчий тонус скелетної мускулатури?

- A. Дрімоти
- B. Парадоксальної
- C. Поверхневого сну
- D. Глибокого сну
- E. Засинання

8. Процес засинання зумовлений переважно збудженням:

- A. Серотонінергічних нейронів шва (центр Геса)
- B. Норадренергічних нейронів блакитної плями моста
- C. Нейронів висхідної ретикулярної формації стовбура мозку
- D. Перемикальних ядер зорового горба
- E. Нейронами низхідної ретикулярної формації стовбура мозку

9. Сон різної глибини характеризують типові зміни з боку ЕЕГ. Для швидкохвильового сну характерні такі хвилі:

- A. Швидкий  $\beta$ -ритм
- B. Поява  $\alpha$ -ритму
- C. Поява одиничних повільних високоамплітудних хвиль
- D. Високоамплітудних  $\gamma$ -хвиль стає більше 20 %
- E. Повільні хвилі змінювалися на  $\beta$ -ритм

10. Жінка скаржиться на безсоння, неможливість заснути. В яких відділах мозку можливі функціональні порушення за цих умов?

- A. Блакитна пляма
- B. Ядра шва
- C. Мозочок
- D. Висхідний відділ ретикулярної формації
- E. Скроневі відділи кори великих півкуль

### Відповіді

1.E, 2.C, 3.C, 4.D, 5.B, 6.A, 7.C, 8.A, 9.E, 10.B.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Пацієнт скаржиться на судомні напади під час сну. Лікарі встановили, що судоми виникають у нього під час стадії швидкого (парадоксального) сну. Які процеси, що відбуваються під час парадоксального сну, можуть сприяти виникненню судом у цієї людини?

- A. Синхронізація ЕЕГ
- B. М'язова атонія
- C. Підвищення АТ
- D. Збільшення мозкового кровонаповнення
- E. Розвиток м'язових скорочень

2. Жінка скаржиться на безсоння, неможливість заснути. Порушення функціонування яких нейромедіаторних систем пояснює описану симптоматику?

- A. Серотонінергічної
- B. Адренергічної
- C. ГАМК-ергічної
- D. Холінергічної
- E. Дофамінергічної

3. Людина відзначає відсутність снів, часті пробудження серед ночі від серцебиття. Під час пробудження відзначає почастішання дихання. Порушення функціонування яких нейромедіаторних систем пояснює описану симптоматику?

- A. Серотонінергічної
- B. Адренергічної
- C. ГАМК-ергічної
- D. Холінергічної
- E. Дофамінергічної

4. До нейропептидів, вплив яких на сон досить відомий до теперішнього часу, належать такі, за винятком:

- A. Тиреотропний гормон
- A. Ангіотензин<sub>2</sub>
- B. Дельта-сон-індукуючого пептиду
- C. Субстанція Р
- D. Мотилін

5. Дія соматостатину на сон полягає у:

- A. Введенні людини у парадоксальний сон
- B. Збільшенні загальної тривалості сну
- C. Укороченні тривалості фази  $\delta$ -сну, збільшенні тривалості парадоксального сну
- D. Збільшенні тривалості фази  $\delta$ -сну
- E. Припиненні сну

6. Фізіологічна роль нейропептиду  $\beta$ -ендорфіну полягає у:

- A. Збільшенні тривалості фази  $\delta$ -сну
- B. Збільшенні загальної тривалості сну
- C. Введенні людини до парадоксального сну
- D. Гальмуванні парадоксального сну
- E. Підтримці парадоксального сну

7. Для якої фази сну характерні найбільші зміни вегетативних функцій, схожих із пробудженням?

- A. Засинання
- B. Дрімоти
- C. Поверхневого сну
- D. Парадоксальної фази
- E. Глибокого сну

8. До ознак швидкохвильового (або парадоксального) сну належать:

- A. Реакції десинхронізації на ЕЕГ
- B. Швидкі рухи очних яблук
- C. Падіння тону мускулатури
- D. Зростання порогів кіркових нейронів
- E. Усі відповіді правильні

9. У чому полягає біологічне значення фази повільнохвильового сну?

- A. Активація пластичних і репаративних процесів у ЦНС
- B. Переробка та відкладання інформації у довготривалу пам'ять

- C. Відновлення психічних процесів
- D. Звільнення організму від надлишкової інформаційної енергії
- E. Підвищення чутливості до зовнішніх подразників

10. Дельта-сон-індукуючий пептид чинить такі ефекти, за винятком:

- A. Індукції δ-фази сну
- B. Стабілізації мембрани кардіоміоцитів
- C. Антистрессового ефекту
- D. Імуномодулювального ефекту
- E. Антиепілептичного ефекту

#### **Відповіді**

1.E, 2.A, 3.B, 4.E, 5.C, 6.E, 7.D, 8.E, 9.A, 10.B.

#### **Ситуаційні завдання**

1. Поясніть, у яких випадках сновидіння можуть мати діагностичне значення.

2. Серотонінергічні нейрони блакитної плями у задньому мозку можуть мати гальмівний вплив на ретикулярну формацію стовбура мозку. Поясніть, як змінюється ця взаємодія під час переходу людини від сну до неспанья.

3. Поясніть, якого віку людина, якщо 75 % часу сну займає швидкий сон.

4. Після черепно-мозкової травми людина скаржиться на розлади сну. Назвіть вірогідну локалізацію травматичного вогнища у ЦНС.

5. Відомо, що під час наркотичного сну за умов операції анестезіолог постійно стежить за реакцією зіниць хворого на світло. Поясніть, з якою метою він це робить і з чим це може бути пов'язане.

6. За умов спостереження за сплячою людиною було виявлено, що м'язи її повністю розслаблені, дихання часте і неритмічне, очні яблука рухаються під заплющеними повіками. Поясніть, чи спить вона.

7. Студента вранці розбудив будильник, і він розповів, що бачив сон. Поясніть:

- 1) У яку стадію сну прокинувся студент?
- 2) Що характерно для цієї стадії сну?
- 3) Як цю стадію сну можна виявити у сплячій людини?

#### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. У даному випадку найбільш вірогідна можливість — це патологічний процес, що почався, у колінному суглобі. Поки що цей процес виражений ще слабо, імпульсація від вогнища ураження у стані неспанья пригнічується іншими подразненнями. Але під час сну ці гальмівні впливи знімаються і вогнище нагадує про себе.

2. Під час переходу до неспанья стан кори стає активним. Найважливішу роль за цих умов відіграють висхідні активуючі впливи з боку ретикулярної формації стовбура мозку. Аби вони виявилися, гальмівний вплив нейронів блакитної

плями на ретикулярну формацію стовбура мозку повинен значно зменшитися. За умов переходу до сну картина буде зворотною.

3. Швидкий сон займає 75 % усього часу сну у новонародженої дитини.

4. Задній гіпоталамус і ростральний відділ ретикулярної формації мозкового стовбура.

5. За характером реакції зіниць на світло анестезіологи судять про глибину наркотичного сну. Якщо зіниці перестали реагувати на світло, це означає, що наркоз поширився на ті ділянки середнього мозку, де розташовані ядра III пар черепномозкових нервів. Це є загрозою для людини ознакою, оскільки можуть вимкнутися життєво важливі центри. Слід терміново знизити дозу наркотику.

6. Так, спить. Людина знаходиться у парадоксальній фазі (швидкий сон), для якої характерні спостережувані явища.

7. 1) Студент прокинувся у парадоксальну стадію сну.

2) У цій стадії сну людина бачить сни.

3) Парадоксальну стадію сну можна виявити під час реєстрації ЕЕГ, коли з'являється β-ритм.

## **Глава 17. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТРУДОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА СПОРТУ**

#### **Конкретні цілі:**

1. Тракувати показники м'язової працездатності людини, аналізувати фактори, від яких залежить їх величина.

2. Аналізувати фактори, які визначають швидкість розвитку втоми під час м'язової роботи.

3. Пояснювати локалізацію і механізми розвитку втоми людини під час трудової діяльності.

4. Пояснювати принципи побудови оптимальних режимів тренування.

5. Пояснювати фізіологічні основи дослідження фізичної працездатності (витривалості, сили, швидкості).

### **17.1. ТРУДОВА ДІЯЛЬНІСТЬ, ТЕОРІЯ РОЗВИТКУ ВТОМИ. АДАПТАЦІЯ ОРГАНІЗМУ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання фізіологічних механізмів адаптації організму людини до фізичних навантажень і умінь проводити їх дослідження простими клінічними методами дозволяють лікареві диференціювати фізіологічні та патологічні явища, пов'язані з функціонуванням організму за умов фізичних навантажень.

*Мета заняття.* Знати:

1. Механізми адаптації до фізичних навантажень.

2. Фізіологічні основи клінічних методів дослідження функціонального організму за умов фізичних навантажень.

*Питання до усного і тестового контролю:*

1. Трудова діяльність. Фізіологічні основи праці. Сила, витривалість, працездатність.

2. Особливості фізичної та розумової праці. Фактори, які визначають швидкість розвитку стомлення під час фізичної роботи.

3. Методи оцінки втоми і відновлення організму людини під час трудової діяльності. Локалізація і природа стомлення людини під час трудової діяльності.

4. Загальні закономірності розвитку втоми і відновлення (правила Г. В. Фольборта).

5. Концепція активного відпочинку і його механізми (І. М. Сеченов).

6. Поняття про адаптацію до фізичної праці та її механізми.

7. Фізіологічні основи дослідження адаптації до фізичного навантаження.

8. Фізична підготовка і здоров'я. Гіпокінезія як фактор ризику.

9. Вікові зміни адаптації людини та її працездатності.

10. Основи фізіології спорту. Принципи побудови оптимальних режимів тренування.

*Питання до письмової відповіді:*

1. Побудуйте графік добового ритму працездатності людини.

2. Напишіть правила Г. В. Фольборта.

3. Опишіть фактори, що визначають швидкість розвитку втоми під час фізичної та розумової роботи.

4. Складіть графологічну структуру наслідків гіпокінезії.

5. Перерахуйте основні методи дослідження адаптації.

6. Опишіть основні принципи побудови режиму тренування.

*Програма практичної роботи на занятті:* дослідження стійкості та перемикання уваги за допомогою таблиць Шульте.

### **Методика визначення стійкості та перемикання уваги**

Стійкість уваги — це здатність суб'єкта не відхилятися від спрямованості психічної активності та зберігати зосередженість на об'єкті уваги. Довільна увага формується під час трудової діяльності. Різні види праці розвивають різні властивості довольної уваги. Так, оператор, що стежить за появою на екрані певної інформації, має велику стійкість уваги; водій автобуса повинен уміти швидко перемикати свою увагу з одного об'єкта на інший (шлях, салон автобуса, важелі і пульт управління).

*Для роботи необхідні:* таблиця із зображенням переплутаних ламаних ліній, секундомір.

*Об'єкт дослідження* — людина.

*Проведення роботи.* Випробовуваний за командою експериментатора протягом 3 хв, не користуючись указкою або олівцем, а лише за допомогою очей знаходить кінець кожної лінії та позначає її відповідним номером у правому стовпчику. Через 3 хв експериментатор перериває роботу випробовуваного і, перевіривши її, оцінює міру стійкості довольної уваги за кількістю правильно знайдених за 3 хв кінців ліній.

*Результати роботи та їх оформлення.* Отримані дані занесіть до протоколу. Зробіть висновок про стійкість і перемикання уваги у різних випробовуваних.

### **Тестові завдання до самоконтролю рівня знань**

1. Під час спортивних змагань однакової інтенсивності кисневий борг стане найбільшим після закінчення фізичного навантаження протягом:

- A. 2 хв
- B. 4 хв
- C. 6 хв
- D. 8 хв
- E. 10 хв

2. До оптимального режиму тренування належать навантаження, які впродовж усього періоду тренувань мають одну з наведених ознак:

- A. Малу потужність
- B. Однакові за інтенсивністю
- C. Однакові за тривалістю
- D. Викликають стомлення
- E. Не викликають стомлення

3. Кисневий борг ліквідується під час періоду:

- A. Вироблення
- B. Стійкого стану
- C. Стомлення
- D. Розминки
- E. Відпочинку

4. Максимальна тривалість фізичного навантаження для людини зумовлена:

- A. Потужністю роботи
- B. Енергетичними втратами
- C. Продуктивністю роботи
- D. Коефіцієнтом корисної дії
- E. Анаеробними процесами

5. Після фізичних тренувань максимальна сила двоголового м'яза плеча збільшилася майже вдвічі завдяки збільшенню:

- A. Концентрації кальцію
- B. Кількості м'язових волокон
- C. Фізіологічного поперечного перетину кожного волокна
- D. Кількості мітохондрій
- E. Адаптації системи кровообігу

6. Статична робота, що виконується під час підтримки вертикальної пози, здійснюється завдяки активації:

- A. Швидких рухових одиниць
- B. Повільних рухових одиниць
- C. Суцільного тетанусу

- D. Глікогенезу
- E. Анаеробних процесів

7. Регулярне фізичне тренування протидіє розвитку факторів ризику і сприяє збереженню здоров'я завдяки зменшенню:

- A. Концентрації адреналіну
- B. Гематокритного показника
- C. Концентрації глюкагону
- D. Концентрації кортизолу
- E. Артеріального тиску

8. Тренування фізичної витривалості призводить до розвитку в м'язових волокнах:

- A. Гіпертрофії
- B. Гіперплазії
- C. Гіперкаліємії
- D. Гіперглікемії
- E. Гіпернатріємії

9. При дослідженні розвитку втоми виявлено, що одним із факторів, який сприяє її виникненню, є:

- A. Гіпергідратація
- B. Дихальний алкалоз
- C. Метаболічний ацидоз
- D. Брак кальцію
- E. Глюконеогенез

10. Під час вимірювання ручним динамометром сили м'язів-згиначів кисті у студента виявили її зменшення порівняно з нормальними величинами. Це може бути пояснено зменшенням:

- A. Концентрації адреналіну
- B. Напруження  $\text{CO}_2$
- C. Концентрації лактату
- D. Частоти МПД у м'язових волокнах
- E. Концентрації іонів  $\text{K}^+$

### Відповіді

1.A, 2.D, 3.E, 4.B, 5.C, 6.B, 7.E, 8.A, 9.C, 10.D.

### Тестові завдання до самоконтролю рівня знань за програмою «Крок-1»

1. Під час фізичного навантаження на велоергометрі у крові людини виявлено збільшення молочної кислоти порівняно з пірвіноградною. Це свідчить про:

- A. Гіперглікемію
- B. Тренованість
- C. Адаптацію
- D. Гіпертермію
- E. Кисневий борг

2. У спокої поглинання  $\text{O}_2$  становило 0,3 л/хв, після 20 присідань протягом 30 с — 0,1 л/хв. При відновленні після фізичного навантаження у перші 2 хв — 1,5 л/хв, на 3-й хвилині — 0,3 л/хв. Кисневий борг за цих умов:

- A. 0,2 л
- B. 0,3 л

- C. 0,75 л
- D. 0,85 л
- E. 1,6 л

3. У стані спокою ЧСС у людини становить 75 уд/хв. Після фізичного навантаження на 1-й хвилині відновлення — 100 уд/хв, на 3-й — 95 уд/хв. Це свідчить про:

- A. Відсутність тренованості
- B. Наявність адаптації
- C. Субмаксимальні навантаження
- D. Максимальні навантаження
- E. Надмірні навантаження

4. Поглинання  $\text{O}_2$  в обстежуваного у стані спокою знаходилося у межах фізіологічної норми, а при фізичному навантаженні збільшилося удвічі, що свідчить про збільшення:

- A. Інтенсивності роботи
- B. Інтенсивності метаболізму
- C. Продуктивності роботи
- D. Утилізації кисню
- E. Дифузійної здатності легенів

5. У студентки виміряли максимальну затримку дихання після максимального вдиху, вона становила 20 с. Це свідчить про зменшення:

- A. Коефіцієнта утилізації кисню
- B. Дихальної адаптації
- C. Стійкості до гіпоксії
- D. Дифузійної здатності легенів
- E. Гематокритного показника

6. У хлопця під час фізичного навантаження в артеріальній крові  $\text{pO}_2$  100 мм рт. ст.;  $\text{pH}$  — 7,4;  $\text{pCO}_2$  — 38 мм рт. ст.; максимальна тривалість затримки дихання після глибокого вдиху — 50 с; насичення  $\text{HbO}_2$  — 96 %. Це свідчить, що за умов даної фізичної роботи спостерігається:

- A. Адаптація
- B. Гіпоксія
- C. Гіперкапнія
- D. Ацидоз
- E. Алкалоз

7. Найкращим показником ступеня тренованості (адаптації) за умов фізичних навантажень є:

- A. Частота скорочення серця
- B. Частота дихання
- C. Артеріальний тиск
- D. ХОК
- E. Максимальне поглинання кисню

8. Тривалість періоду відновлення залежить від:

- A. Кількості гемоглобіну
- B. Інтенсивності роботи
- C. Коефіцієнта корисної дії
- D. Виду роботи
- E. Продуктивності роботи

9. Який показник указує, що за умов постійного фізичного тренування молодий спортсмен адаптований до фізичних навантажень?

- A. Зменшення  $pO_2$  артеріальної крові
- B. Збільшення  $pO_2$  артеріальної крові
- C. Збільшення концентрації лактату
- D. Збільшення насичення гемоглобіну киснем
- E. Збільшення кількості еритроцитів

10. Під час фізичного навантаження дисоціація оксигемоглобіну збільшується завдяки:

- A. Гіпервентиляції
- B. Гіпероксії
- C. Гіперкапнії
- D. Аденозину
- E. Резерву дихання

### **Відповіді**

1.E, 2.D, 3.A, 4.B, 5.C, 6.A, 7.E, 8.B, 9.E, 10.C.

### **Ситуаційні завдання**

1. Робітник з великим стажем у ході своєї виробничої діяльності виконує стандартні операції. Через кожну годину праці робить перерву протягом 10 хв для відпочинку. Ведеться хронометраж операцій. Отримані такі дані (указано час виконання тієї ж самої операції у секундах за кілька хвилин перед відпочинком і відразу ж після відпочинку). До відпочинку: 16, 15, 15, 16, 14, 15, 16, 16, 16, 15, 15, 16, 17, 15, 16. Після відпочинку: 21, 19, 18, 18, 19, 20, 17, 18, 18, 17, 18, 17, 15, 17, 16. Чим можна пояснити парадоксальний ефект — у перші хвилини після відпочинку показники виявляються не кращими, а гіршими, ніж до відпочинку?

2. Відоме явище активного відпочинку, встановлене ще І. М. Сеченовим по відношенню до м'язової роботи. Поясніть, чи справедлива ця закономірність і для розумової діяльності.

3. У чотирьох групах щурів багато разів викликали стресовий стан шляхом іммобілізації. У першій групі щурів знаходилися у цьому стані 70 % часу від тривалості доби, у другій — 40 %, у третій — 15 % і в четвертій — 5 %. Після закінчення експерименту визначили стійкість організму щодо інших навантажень у кожній з чотирьох груп щурів. Поясніть, у якій групі стійкість виявилася найвищою.

4. Як відомо, тривала гіпокінезія призводить до появи цілої низки порушень в організмі. За інших рівних умов де гіпокінезія небезпечніша — на Землі чи на космічному кораблі? Поясніть, чому.

5. Людину необхідно адаптувати до дії температури середовища 50 °C. Проте коли її помістили до камери з такою температурою, досить швидко настали явища виснаження, і дослід довелося припинити. Тому надалі був розроблений спеціальний режим тренування, який дозволив досить швидко досягти необхідного рівня теплової стійкості. Поясніть, на якому принципі був заснований застосований режим. Жодні додаткові дії, наприклад, медикаментозні, не застосовувалися.

6. Що більшу роботу здійснює м'яз, то інтенсивніше він споживає кисень. Чи можна стверджувати: що складнішу задачу вирішує мозок, то більше кисню він споживає?

7. Величина коефіцієнта корисної дії серця визначається як співвідношення величини виконаної серцем роботи і кількості поглиненого  $O_2$ . В експерименті на серцево-легеневому препараті встановили, що величина коефіцієнта корисної дії збільшується, коли серце знаходиться у критичному, близькому до загибелі, стані. Поясніть цей результат.

### **Відповіді до ситуаційних завдань**

1. Під час відпочинку не лише відновлюється витрачена енергія, але й ослаблюється динамічний стереотип, що утворюється під час виконання операцій. Він дозволяє високою мірою автоматизувати виконувани дії. Після відпочинку кожного разу потрібний деякий час на «вироблення», тобто відновлення певного ритму, що закріплюється під час роботи, руху і при їх послідовності.

2. При розумовому стомленні, наприклад, при розв'язанні математичних задач, роботі на комп'ютері тощо, краще не просто відпочивати, нічого не роблячи, а переключитися на інший вид розумової діяльності — зіграти легку партію в шахи, розв'язати кросворд і т. ін.

З цієї ж причини існує точка зору, що ефективним для студентів буде прослухати дві окремі лекції з різних предметів, ніж двогодинну за тим самим предметом.

3. Надмірні навантаження призводять до ослаблення організму, зниження його опірності, але і мінімальні навантаження також спричиняють зниження стійкості, оскільки не відбувається необхідного тренування захисних сил організму, включення компенсаторних, адаптивних механізмів. Тому найбільш стійкими виявилися тварини третьої групи, які піддавалися помірним, але не мінімальним стресовим діям. Отже, негативні емоції, хоча і неприємні, але, будучи помірними для даного організму, сприяють підвищенню його стійкості.

4. Невагомість значно зменшує навантаження на опорно-руховий апарат. Це призводить до виходу  $Ca^{++}$  з кісток та інших несприятливих порушень. Тому для космонавтів розробляються спеціальні комплекси фізичних вправ, аби протистояти дії гіпокінезії.

5. Один із важливих принципів адаптації організму до дії великих навантажень — поступове збільшення сили дії. В цьому виявляється закономірність термодинамічного підходу, а саме: системі легко переходити від одного стаціонарного стану до іншого, якщо розбіжність між цими станами не дуже велика. Тому застосували режим із поступовим збільшенням температури у камері. Не відразу 50 °C, а спочатку 30, потім 35, потім 40 і т. д. Якщо порівнювати процес адаптації організму до будь-яких дій з підйомом на дуже круту гору, то можна сказати, що найкращий результат буде досягнутий, якщо підніматися сходами, причому висота і ширина сходинок мають бути підібрані відповідно до індивідуальних особливостей кожного даного організму.



6. Ні. М'яз можна уподібнити двигуну, який за одиницю часу споживає енергію пропорційно виконаній роботі. Мозок же можна уподібнити комп'ютеру, який споживає багато енергії, але необхідна їй кількість не залежить від складності вирішуваних завдань.

7. Коефіцієнт корисної дії показує, яка частина витраченої енергії перетворюється на корисну роботу. Ситуація, за якої гинуче серце стало б ефективніше використовувати енергію, фізіологічно неможлива. Отже, підвищення коефіцієнта корисної дії не справжнє, а уявне, що впливає з особливостей використовуваної формули. В агонізуючому серці окиснювальні процеси різко слабшають і як останні ресурси енергії серце використовує анаеробні реакції. Проте формула цього не враховує, звідси і несподіваний результат.

## **17.2. КОНТРОЛЬ ЗАСВОЄННЯ МОДУЛЯ З ФІЗІОЛОГІЇ ПРОЦЕСІВ МЕТАБОЛІЗМУ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ, ТРАВЛЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ, АНАЛІЗАТОРІВ І ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

*Мотиваційна характеристика теми.* Знання і практичні навички методів дослідження метаболізму, терморегуляції, травлення, виділення, аналізаторів і вищої нервової діяльності (ВНД) — необхідна умова для практичної роботи лікаря під час діагностики і лікування в клініці.

*Мета заняття.* Контроль знань:

1. Основних процесів, що лежать в основі функціональної активності процесів метаболізму, терморегуляції, травлення, виділення, аналізаторів і ВНД та механізмів їх регуляції.

2. Методик дослідження процесів метаболізму, терморегуляції, травлення, виділення, аналізаторів і ВНД та їх клінічного використання.

### **Перелік питань до підготовки до модульного контролю № 3**

#### ***Енергетичний обмін***

1. Джерела енергії та шляхи використання енергії в організмі людини.

2. Методи визначення енерговитрат людини. Дихальний коефіцієнт і його значення.

3. Значення калориметричного еквівалента кисню і його зміна за умови окиснення білків, жирів і вуглеводів.

4. Основний обмін і умови його визначення, фактори, що впливають на його величину.

5. Робочий обмін, значення його визначення. Наведіть приклади енерговитрат при різних видах діяльності.

#### ***Терморегуляція***

1. Температура тіла людини, її добові коливання.

2. Фізіологічне значення гомотермії. Центр терморегуляції. Опишіть види терморцепторів і їх властивості.

3. Процеси теплоутворення в організмі, роль окремих органів у їх регуляції.

4. Види тепловіддачі в організмі, їх регуляція і механізми.

5. Опишіть функціональну систему, що забезпечує підтримку постійності температури внутрішнього середовища за різних умов зовнішнього.

6. Фізіологічні основи загартовування.

#### ***Система травлення***

1. Загальна характеристика системи травлення. Типи й етапи травлення.

2. Опишіть етапи обробки їжі у ротовій порожнині. Охарактеризуйте механізми механічної та хімічної обробки їжі у ротовій порожнині.

3. Охарактеризуйте акт жування, його регуляцію й особливості залежно від вигляду їжі.

4. Охарактеризуйте акт ковтання, його фази, регуляцію.

5. Склад слини, її кількість залежно від вигляду їжі, роль у травленні.

6. Перерахуйте види слинних залоз та їх функції. Опишіть механізм утворення первинної та вторинної слини, його регуляцію.

7. Регуляція слиновиділення. Вплив властивостей подразника на кількість і якість слини.

8. Опишіть структуру смакової сенсорної системи та її функції. Намалуйте схему смакових полів язика.

9. Склад і властивості шлункового соку. Механізми секреції соляної кислоти.

10. Перерахуйте фази і види регуляції шлункової секреції. Охарактеризуйте складно-рефлекторну («цефалічну») фазу регуляції шлункової секреції.

11. Опишіть механізм нейрогуморальної (шлункової та кишкової) фази регуляції шлункової секреції. Ентеральні стимулятори й інгібітори шлункової секреції.

12. Нервові та гуморальні механізми гальмування шлункової секреції.

13. Рухова функція шлунка, її регуляція. Механізми переходу шлункового вмісту в дванадцятипалу кишку.

14. Перерахуйте й охарактеризуйте методи дослідження секреторної та рухової функцій шлунка у людини.

15. Охарактеризуйте зовнішньосекреторну функцію підшлункової залози. Опишіть склад і властивості підшлункового соку.

16. Опишіть методи дослідження секреції підшлункового соку в людини.

17. Фази регуляції секреторної функції підшлункової залози.

18. Опишіть роль печінки у травленні. Дайте порівняльну характеристику складу печінкової та міхурової жовчі.

19. Опишіть механізми жовчоутворення та її виділення.

20. Регуляція формування і виділення жовчі. Механізми виділення жовчі у дванадцятипалу кишку.

21. Охарактеризуйте механізми і фактори регуляції утворення жовчі та її виділення у дванадцятипалу кишку.

22. Перелічіть і охарактеризуйте види травлення у кишечнику. Опишіть роль мікрофлори товстого кишечника в травленні.

23. Склад і властивості кишкового соку, його роль у травленні. Механізми регуляції його секреції.

24. Опишіть фізіологічні механізми порожнинного і мембранного травлення.

25. Опишіть методи дослідження кишкової секреції та моторики у людини.

26. Фізіологічні механізми голоду і насичення.

27. Всмоктування в травному каналі. Механізми всмоктування іонів натрію, води, вуглеводів, білків, жирів.

28. Види моторики товстого кишечника, їх характеристика і регуляція.

### **Система виділення**

1. Загальна характеристика і структура системи виділення. Роль нирок у процесах виділення. Особливості кровопостачання нирок.

2. Будова і функції структурно-функціональної одиниці нирок — нефрону. Види нефронів. Намалюйте схему нефрону і позначте його структурні елементи.

3. Перерахуйте основні механізми сечоутворення. Охарактеризуйте фільтрацію у клубочках і фактори, від яких вона залежить.

4. Опишіть секреторні та реабсорбні процеси у проксимальних, дистальних канальцях і збиральних трубках, механізми їх регуляції.

5. Поворотно-протиточно-множинна система нефронів, її роль і фізіологічні механізми. Намалюйте схему поворотно-протиточно-множинної системи.

6. Поняття про кліренс і визначення швидкості фільтрації, ниркового плазматуку і кровотоку.

7. Регуляція реабсорбції іонів натрію і води у канальцях нефронів.

8. Роль нирок у забезпеченні ізоосмії. Механізми спраги.

9. Роль нирок у забезпеченні ізovolюмії.

10. Роль нирок у забезпеченні постійності кислотно-лужного стану крові.

11. Сечовипускання і його регуляція.

12. Ендокринно-метаболічна функція нирок.

### **Фізіологія сенсорних систем**

1. Поняття про сенсорні системи (аналізатори за І. П. Павловим). Значення сенсорних систем.

2. Загальні принципи будови аналізаторів.

3. Основні функції аналізаторів.

4. Класифікація рецепторів, їх основні властивості.

5. Механізми збудження у рецепторах, їх функціональна лабільність. Регуляція функції рецепторів.

6. Поняття рецептивного поля і рефлексогенної зони. Механізми дослідження збудливості рецепторів.

7. Провідниковий відділ сенсорної системи. Специфічні та неспецифічні канали передачі інформації.

8. Сенсорна функція спинного мозку.

9. Сенсорна функція стовбура мозку.

10. Сенсорна функція кори великого мозку.

11. Сенсорна функція таламуса.

12. Шкірна чутливість. Характеристика механорецепторів.

13. Механізм виникнення збудження в механорецепторах.

14. Пропріорецептори, їх характеристика.

15. Фізіологічні основи болю. Біологічне значення болю. Ноцицепція. Фізіологічна характеристика і класифікація ноцицепторів.

16. Види болю.

17. Ноцицептивна система, її структурна і функціональна організація.

18. Антиноцицептивна система, її структурна і функціональна організація. Опіатні та неопіатні механізми.

19. Фізіологічні основи знеболювання.

20. Зорова сенсорна система, її будова і функції.

21. Зорова сенсорна система, головні та допоміжні структури.

22. Оптична система ока. Акомодація і рефракція. Порушення рефракції ока.

23. Рецепторний апарат зорового аналізатора. Фотохімічні процеси у рецепторах за умов дії світла, рецепторний потенціал.

24. Провідниковий і кірковий відділ зорового аналізатора. Аналіз зорової сенсорної інформації на різних рівнях.

25. Кольоровий зір. Теорії відчуття кольору.

26. Основні форми порушення сприйняття кольору.

27. Основні зорові функції, методи їх дослідження.

28. Слухова сенсорна система, її будова і функції.

29. Функції зовнішнього і середнього вуха.

30. Внутрішнє вухо, частотний аналіз звукових сигналів.

31. Електричні явища в завитку.

32. Провідниковий і кірковий відділи слухової сенсорної системи.

33. Теорії сприйняття звуків. Бінауральний слух.

34. Структурно-функціональна організація вестибулярної сенсорної системи.

35. Смакова сенсорна система, її будова, функції, методи дослідження.

36. Нюхова сенсорна система, її будова і функції.

### **Фізіологічні основи поведінки**

1. Біологічні форми поведінки. Природжені форми поведінки.

2. Інстинкти, їх фізіологічна роль.

3. Набуті форми поведінки. Умови утворення умовних рефлексів, їх відмінності від безумовних.

4. Закономірності формування і збереження умовних рефлексів (І. П. Павлов).

5. Класифікація умовних рефлексів.

6. Стадії утворення умовних рефлексів. Гальмування умовних рефлексів. Види і механізми.

### **Фізіологія вищої нервової діяльності**

1. Функціональна система поведінки. Структура цілісного поведінкового акту (П. К. Анохін).

2. Потреби і мотивації, їх роль у формуванні поведінки.
3. Емоції, механізми формування, біологічна роль.
4. Механізми нейрохімії емоцій, їх біологічна роль.
5. Функції нової кори головного мозку та її роль у вищій нервовій діяльності людини.
6. Біологічна й інформаційна теорії емоцій, їх роль у формуванні поведінки людини.
7. Функціональна асиметрія кори великих півкуль головного мозку, його інтеграційна функція.
8. Мова, її функції, фізіологічні основи формування.
9. Мислення. Розвиток абстрактного мислення у людини. Роль мозкових структур у процесі мислення.
10. Типи ВНД людини. Темперамент і характер людини.
11. Порушення ВНД. Неврози.
12. Вікові аспекти ВНД у людини.
13. Сон, його види.
14. Пам'ять, її види.
15. Механізми пам'яті. Мозковий апарат пам'яті.
16. Структура добового сну. Зміна електричної активності кори великих півкуль протягом сну.
17. Фізіологічні механізми сну, його біологічна роль.
18. Фізіологічна суть сновидінь.

#### ***Фізіологічні основи трудової діяльності та спорту***

1. Фізіологічні основи трудової діяльності людини. Сила, витривалість і працездатність.
2. Особливості фізичної та розумової праці. Оптимальні режими праці.
3. Локалізація і природа стомлення людини.
4. Закономірності розвитку стомлення і відновлення (правила Г. В. Фольборта).
5. Активний відпочинок і його механізми (І. М. Сеченов).
6. Вікові зміни працездатності людини.
7. Фізіологічні основи спорту. Принципи побудови оптимальних режимів тренувань.
8. Поняття про адаптацію до фізичних навантажень. Її механізми.

#### ***Перелік практичних навичок до підготовки до модульного контролю № 3:***

1. Розрахувати основний обмін досліджуваного, визначивши споживання  $O_2$  за спірограмою, зареєстрованою за стандартних умов. Зробити висновок.
2. Оцінити результати і провести аналіз проби із затримкою дихання.
3. Розрахунок належного основного обміну за таблицями Гарріса і Бенедикта.
4. Розрахунок відсотка відхилення фактичного обміну від належного.

5. Складання харчових раціонів.
6. Оцінка стану обміну речовин і енергії за індексом маси тіла.
7. Вимір температури шкіри у різних ділянках тіла.
8. Травна дія слини на крохмаль.
9. Якісна проба на вміст муцину.
10. Дослідження смакових полів язика.
11. Визначення порога смакової чутливості.
12. Оцінити секреторну функцію шлунка людини за ацидотестом.
13. Визначити швидкість фільтрації у клубочках. Зробити висновок.
14. Оцінити результати дослідження функції нирок за методом Зимницького.
15. Визначити величину реабсорбції води у нефроні. Зробити висновок.
16. Оцінити результати дослідження функції нирок за методом Нечипоренка, Каковського — Аددіса, Амбурже.
17. Описати методику дослідження тактильної чутливості шкіри людини.
18. Дослідження периферичного зору за допомогою периметра Форстера.
19. Дослідження центрального зору за допомогою таблиць Сивцева.
20. Дослідження кольорового зору за допомогою поліхроматичних таблиць Рабкіна.
21. Дослідження кісткового проведення звуку в людини. Дослід Вебера.
22. Порівняння кісткової та повітряної провідності у людини. Дослід Рінне.
23. Намалювати схему функціональної системи (за П. К. Анохіним).
24. Пояснити формування аферентного синтезу функціональної системи П. К. Анохіна.
25. Пояснити формування акцептора результату дії функціональної системи П. К. Анохіна.
26. Пояснити роль емоцій у формуванні поведінки (функціональна система П. К. Анохіна).
27. Пояснити роль зворотного зв'язку в формуванні функціональної системи П. К. Анохіна.
28. Намалювати схему центрального відділу слухової сенсорної системи.
29. Намалювати схему оптичної недосконалої ока і корекцію за допомогою лінз.
30. Намалювати електроретинограму і пояснити механізми її походження.
31. Намалювати схему будови зорового аналізатора.
32. Описати правила формування умовного слиновидільного рефлексу в собаки.
33. Описати методику дослідження зорової пам'яті у людини.
34. Описати методику дослідження слухової пам'яті у людини.
35. Описати методику дослідження асоціативної пам'яті у людини.
36. Описати ЕЕГ людини та її зміни при функціональних пробах (розплющення і заплющення очей, гіпервентиляція, слухова і зорова стимуляція).

- Автономна** нервова система 21, 48, 55, 60  
Адреналін 57, 59, 69, 73, 133, 141, 196  
Азбука Брайля 242  
Аналізатор: 236  
— зоровий 32, 40, 44, 50, 57, 243  
— нюховий 197, 218, 220  
— слуховий 40, 250  
— смаковий 31, 197, 201, 213, 218  
— сомато-сенсорний 239
- Базофіл** 95–99, 146
- Вазопресин** 65–68, 71–75, 131, 143, 228, 234  
Вища нервова діяльність 261–281  
Вільсона відведення 124  
Втома 7, 21, 34, 36, 77, 201, 240
- Гемоглобін** 88–93  
Гіпоталамус 31, 47, 60–66, 75–77, 150, 185, 191, 271  
Глюкагон 70–74, 202–204  
Глюкокортикоїди 66, 70, 72–75, 147  
Гомеокінез 6, 78  
Гомеостаз 6, 42, 48, 70, 86, 166, 197, 228
- Діастола** 59, 119–128  
Дослід Аристотеля 239  
Дослід Фрідеріка 171
- Електроенцефалографія** 48, 50–55, 253, 273  
Електрокардіограма 118–131, 179–180  
Еозинофіл 95–99, 146  
Еритроцит 88–92, 105–109
- Збудження** 6, 10, 12, 16, 18, 34  
Збудливість 6–12, 16  
Закон Старлінга 128
- Індекс** Тіффно 154  
Інсулін 67, 70–73, 185, 202
- Калориметр** Бертло 187  
Кислотно-лужна рівновага 82, 229  
Коефіцієнт Рубнера 185  
Кольоровий показник 85, 89, 214
- Лейкоцит** 93–98  
Лігатури Станніуса 129
- Межі** серця 119  
Метод Дугласа 117  
Мінералокортикоїди 70, 72  
Мозочок 42, 45–48, 254
- М'язи: 7, 9, 12, 21  
— гладкі 21  
— скелетні 7, 13, 18, 21
- Насоси** іонні: 7, 10, 204, 217  
—  $\text{Ca}^{2+}$  22, 24, 119  
—  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  11, 23, 27, 228  
Нейтрофіл 95
- Об'єм** циркулюючої крові 69, 75, 85–87, 107, 113, 127  
Окситоцин 65, 68
- Пам'ять** 269, 271–273  
Подразливість 6, 7  
Подразнення: 6–10, 12  
— поріг 12  
— сила 12  
— частота 13  
Потенціали: 7, 10  
— генераторний 30  
— дії 10  
— локальний 12  
— рецепторний 30  
— спокою 7
- Ранв'є** ділянка 16–18, 27, 30  
Регуляція: 28, 64  
— гуморальна 64  
— легень 167, 170  
— нервова 28  
— нирок 225  
— серця 127, 130, 137  
Рефлекси:  
— безумовні 254–261  
— Гольця 78, 127  
— Даньїні — Ашнера 56, 78, 127, 248  
— Іванова — Герінга — Брейера 78, 127, 167  
— сторожовий 40, 42, 44  
— умовні 267–269  
— центральні 29, 32  
— Ціона — Людвіга 78, 127  
Рецептори 6, 29
- Серцевий** цикл 120–123  
Синапс:  
— нервово-м'язовий 18  
— центральний 34  
Систола 120  
Соматотропін 67, 185  
Сон 69, 90, 273–275
- Таламус** 43, 45, 195, 218, 236, 242  
Теорія Бекеші 252  
Теорія Гельмгольца 237, 252  
Тетанус: 22  
— гладкий (повний) 21, 22  
— зубчастий (неповний) 19, 22

Тип вищої нервової діяльності 268  
Тироксин 67, 130  
Тиск:  
— артеріальний 133  
— діастолічний 133, 137  
— онкотичний 82, 85, 87  
— осмотичний 82, 86, 112  
Тони серця 123  
Тромбоцит 99  
Трудова діяльність 275

**Феномен:**

— Анрепа 148  
— «відбитого болю» 43  
— Орбелі — Гінецинського 58, 78

**Формула:**

— Антоні 156  
— Болдуїна 156  
— Брейтмана 184  
— Джейля 184  
— Дрейера 185  
— Окунєва 183  
— Пуазейля 134, 136  
— Ріда 184  
— Стара 123  
— Фіка 121, 123  
Функція 6

**Хвилинний** об'єм кровотоку 120

**Число** Рейнольдса 159

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

---

А	— адреналін	МСНС	— метасимпатична нервова система
АДГ	— антидіуретичний гормон	НА	— норадреналін
АДФ	— аденозинтрифосфорна кислота	НОО	— належний основний обмін
АКТГ	— адренокортикотропний гормон	НС	— нервова система
АНС	— автономна нервова система	ОМП	— об'єм мертвого простору
АРД	— акцептор результату дії	ОО	— основний обмін
АРП	— абсолютний рефрактерний період	ОРЕ	— осмотична резистентність еритроцитів
АТ	— артеріальний тиск	ОФВ <sub>1</sub>	— об'єм форсованого видиху за першу секунду
АТФ	— аденозинтрифосфорна кислота	ОЦК	— об'єм циркулюючої крові
АХ	— ацетилхолін	ПКП	— потенціал кінцевої пластинки
БАР	— біологічно активні речовини	ПСНС	— парасимпатична нервова система
БР	— безумовний рефлекс	ПСР	— показник сили руки
ВЕО <sub>2</sub>	— вентиляційний еквівалент кисню	ПТ	— пульсовий тиск
ВП	— вазоінтестинальний пептид	РНК	— рибонуклеїнова кислота
ВНД	— вища нервова діяльність	РО	— резервний об'єм вдиху
ВП	— виконуючий пристрій	РО <sub>вд</sub>	— резервний об'єм видиху
ВРП	— відносний рефрактерний період	РП	— рецепторний потенціал
ГАМК	— гамма-аміномасляна кислота	РФ	— ретикулярна формація
ГП	— генераторний потенціал	САТ	— систолічний артеріальний тиск
ГПСП	— гальмівний постсинаптичний потенціал	СГЕ	— середній вміст Нb в одному Ер
ДАТ	— діастолічний артеріальний тиск	СНС	— симпатична нервова система
ДК	— дихальний коефіцієнт	ССС	— серцево-судинна система
ДНК	— дезоксирибонуклеїнова кислота	СТГ	— соматотропний гормон
ДО	— дихальний об'єм	СФГ	— сфігмограма
Е	— енергія	СЦ	— серцевий цикл
ЕАКК	— епсилон-амінокапронова кислота	Т <sub>3</sub>	— трийодтиронін
ЕВС	— електрична вісь серця	Т <sub>4</sub>	— тетраїодтиронін
ЕЕГ	— електроенцефалографія	Тр	— тромбоцити
ЕКГ	— електрокардіограма	УОС	— ударний об'єм серця
ЕМГ	— електроміографія	УР	— умовний рефлекс
Ер	— еритроцити	ФЖЄЛ	— форсована життєва ємність легень
ЕРС	— електрорушійна сила	ФЗЄ	— функціональна залишкова ємність
Є <sub>вд</sub>	— ємність вдиху	ФКГ	— фонокардіографія
ЖЄЛ	— життєва ємність легень	ФОО	— фактичний основний обмін
ЗЄЛ	— загальна ємність легень	ФСГ	— фолікулостимулювальний гормон
ЗПСП	— збуджувальний постсинаптичний потенціал	ФТ	— фільтраційний тиск
ІМТ	— індекс маси тіла	ХВЛ	— хвилинна вентиляція легень
ІФР	— інсуліноподібний фактор росту	ХГ	— хоріонічний гонадотропін
КВО <sub>2</sub>	— коефіцієнт використання кисню	ХЕ	— холінестераза
КЕ	— кисневий еквівалент	ХОД	— хвилинний об'єм дихання
КЄК	— киснева ємність крові	ХОК	— хвилинний об'єм кровотоку =
КЛВ	— коефіцієнт легеневої вентиляції	ХОС	— хвилинний об'єм серця
КЛР	— кислотно-лужна рівновага	ХПК	— хвилинне поглинання кисню
КП	— кольоровий показник	ХСО <sub>2</sub>	— хвилинне споживання кисню
КПр	— керуючий пристрій	цАМФ	— циклічний аденозинмонофосфат
КРД	— критичний рівень деполаризації	ЦНС	— центральна нервова система
КСФ	— колонієстимулювальний фактор	ЧД	— частота дихання
Л	— лейкоцити	ЧП	— частота пульсу
ЛВ	— локальна відповідь	ЧСС	— частота серцевих скорочень
ЛП	— локальний потенціал	ШКТ	— шлунково-кишковий тракт
ЛТГ	— лютеотропний гормон	ШКФ	— швидкість клубочкової фільтрації
МАО	— моноаміноксидаза	ШОЕ	— швидкість осідання еритроцитів
МВЛ	— максимальна вентиляція легень	АВ	— атріовентрикулярний вузол
МП	— мембранний потенціал	Нb	— гемоглобін
МПД	— мембранний потенціал дії	Нt	— гематокрит
МПС	— мембранний потенціал спокою	SA	— синоатріальний вузол
МСО <sub>2</sub>	— максимальне споживання кисню		

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

---

1. *Філімонов В. І.* Фізіологія людини : підручник / В. Ф. Філімонов. – К. : Медицина, 2010. – 816 с.
2. *Філімонов В. І.* Фізіологія людини у питаннях і відповідях : навч. посібник / В. І. Філімонов. – Вінниця : Нова книга, 2009. – 488 с.
3. *Шевчук В. Г.* Посібник з фізіології / В. Г. Шевчук. – Вінниця : Нова книга, 2005. – 576 с.
4. *Шевчук В. Г.* Пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе иностранных студентов с русским языком обучения : учеб. пособие / В. Г. Шевчук. – Фастов : Полифаст, 2005. – 191 с.
5. *Ганонг В. Ф.* Фізіологія людини : підручник / В. Ф. Ганонг ; пер. з англ. – Львів : Бак, 2002. – 784 с.
6. *Агаджанян Н. А.* Нормальная физиология : учебник для мед. вузов / Н. А. Агаджанян. – М. : МИА, 2007. – 725 с.
7. *Крок-1.* Общая врачебная подготовка : сборник заданий для подготовки к тестовому экзамену по естественно-научным дисциплинам / В. Ф. Москаленко, А. П. Волосовец, И. Е. Булах [и др.]. – К. : Медицина, 2005. – 368 с.
8. *Ткаченко Б. И.* Основы физиологии человека : учебник для высших учебных заведений / Б. И. Ткаченко. – СПб. : Международный фонд истории науки, 1994. – 567 с.
9. *Хасабов Г. А.* Краткий справочник по физиологии нервной системы / Г. А. Хасабов. – Луганск : ООО «Виртуальная реальность», 2007. – 452 с.
10. *Судаков К. В.* Нормальная физиология. Ситуационные задачи и тесты / К. В. Судаков. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2006. – 248 с.
11. *Рафф Г.* Секреты физиологии / Г. Рафф ; пер. с англ. – М. : Бином ; СПб. : Невский диалект, 2001. – 448 с.
12. *Физиология человека* / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса ; пер. с англ. – М. : Мир, 1996. – 462 с.
13. *Цікава фізіологія в дослідях* / А. Г. Козлов, О. І. Плиська, В. В. Лазоришинець, Г. В. Книшов. – К. : Парламентське видавництво, 2003. – 60 с.
14. *Альтернативні методи викладання фізіологічних дисциплін* / Ю. В. Боянович, О. В. Жигаліна, Л. В. Коба [та ін.]. – Харків, 2009. – 72 с.
15. *Введение в экспериментальную патологию* : учеб.-метод. пособие / А. Ш. Зайчик, Л. П. Чурилов, В. И. Утехин [и др.]. – СПб. : Элби-СПб., 2003. – 384 с.
16. *Брин В. Б.* Физиология человека в схемах и таблицах / В. Б. Брин. – Ростов н/Д. : Феникс, 1999. – 352 с.
17. *Савченков Ю. И.* Физиология человека. Задания и упражнения : учеб. пособие / Ю. И. Савченков. – Ростов н/Д. : Феникс, 2007. – 160 с.
18. *Guyton A. C.* Textbook of medical physiology / A. C. Guyton, J. E. Hall. – 10th ed. – 2000. – 862 p.

Вступ .....	5	<b>Глава 5. Роль автономної нервової системи у регуляції вісцеральних функцій</b> .....	55
<b>Розділ I. ЗАГАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ</b> .....	6	5.1. Дослідження структурно-функціональної організації АНС .....	55
<b>Глава 1. Вступ у фізіологію</b> .....	6	5.2. Дослідження ролі АНС у регуляції вісцеральних функцій .....	60
1.1. Предмет і завдання фізіології. Методи фізіологічних досліджень .....	6	<b>Глава 6. Гуморальна регуляція і роль ендокринних залоз у регуляції вісцеральних функцій організму</b> .....	64
<b>Глава 2. Фізіологія збудливих тканин</b> .....	6	6.1. Гуморальна регуляція, її фактори і механізми дії гормонів на клітинні мішені. Дослідження регуляції секреції гормонів .....	64
2.1. Дослідження мембранних потенціалів. Потенціал спокою .....	7	6.2. Дослідження ролі гормонів у регуляції процесів психічного, фізичного розвитку і лінійного росту тіла .....	67
2.2. Дослідження мембранних потенціалів. Потенціал дії .....	10	6.3. Дослідження ролі гормонів у регуляції гомеостазу .....	70
2.3. Дослідження механізмів електричного подразнення нервових і м'язових волокон .....	12	6.4. Дослідження ролі гормонів у регуляції адаптації організму до стресових факторів .....	72
2.4. Дослідження механізмів і законів проведення збудження нервовими волокнами .....	16	6.5. Практичні навички з вегетативної та ендокринної регуляції вісцеральних функцій організму .....	75
2.5. Дослідження механізму передачі збудження крізь нервово-м'язовий синапс .....	18	6.6. Контроль засвоєння модуля з фізіології збудливих тканин, нервової та гуморальної регуляції .....	78
2.6. Дослідження властивостей скелетних м'язів, механізми їх скорочення, розслаблення і стомлення .....	21	<b>Розділ II. ФІЗІОЛОГІЯ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ: КРОВІ, КРОВООБІГУ, ДИХАННЯ</b> .....	82
2.7. Практичні навички з фізіології збудливих тканин .....	25	<b>Глава 7. Система крові</b> .....	82
<b>Глава 3. Нервова регуляція функцій організму</b> .....	28	7.1. Загальна характеристика системи крові. Дослідження функцій і фізико-хімічних властивостей крові .....	82
3.1. Загальна характеристика біологічної регуляції. Контури біологічної регуляції .....	28	7.2. Фізіологія еритроцитів і гемоглобіну .....	88
3.2. Рефлекторний принцип діяльності ЦНС. Дослідження властивостей нервових центрів .....	31	7.3. Дослідження захисних властивостей крові. Функції лейкоцитів. Поняття про імунітет і його види .....	93
3.3. Синапси ЦНС. Дослідження процесів збудження і гальмування в ЦНС. Координаційна діяльність ЦНС .....	34	7.4. Види і механізми гемостазу. Фізіологія тромбоцитів .....	99
<b>Глава 4. Роль центральної нервової системи у регуляції моторних функцій</b> .....	37	7.5. Фізіологічні основи методів дослідження груп крові .....	104
4.1. Дослідження ролі спинного мозку в регуляції моторних функцій .....	38	7.6. Практичні навички з фізіології системи крові .....	110
4.2. Дослідження ролі заднього, середнього мозку і ретикулярної формації в регуляції моторних функцій .....	41	<b>Глава 8. Система кровообігу</b> .....	115
4.3. Дослідження ролі переднього мозку, мозочка, таламуса і базальних ядер у регуляції моторних функцій .....	45	8.1. Загальна характеристика системи кровообігу. Фізіологічні властивості серцевого м'яза .....	115
4.4. Регуляція системної діяльності організму. Дослідження ролі лімбічної системи і кори головного мозку у формуванні системної діяльності організму .....	48	8.2. Насосна функція серця. Серцевий цикл, методи його дослідження .....	120
4.5. Практичні навички з нервової регуляції функцій організму і ролі ЦНС у регуляції моторних функцій .....	51		



8.3. Електричні прояви діяльності серця. Фізіологічні основи електрокардіографії .....	123	12.3. Травлення у дванадцятипалій кишці. Роль підшлункового соку і жовчі у процесах травлення .....	206
8.4. Дослідження нервової регуляції діяльності серця .....	127	12.4. Травлення у кишках. Фізіологічні основи голоду і насичення .....	210
8.5. Дослідження гуморальної регуляції діяльності серця .....	130	12.5. Моторна діяльність шлунка і кишок. Процеси всмоктування .....	213
8.6. Системний кровообіг. Закони гемодинаміки, роль судин у кровообігу. Дослідження артеріального тиску .....	133	12.6. Практичні навички з фізіології системи травлення .....	217
8.7. Дослідження регуляції кровообігу. Регуляція тону судин .....	137	<b>Глава 13. Система виділення</b> .....	221
8.8. Дослідження мікроциркуляції та особливостей регіонального кровотоку .....	142	13.1. Загальна характеристика і функції системи виділення. Роль нирок у процесах виділення. Механізм сечоутворення .....	221
8.9. Дослідження лімфообігу .....	145	13.2. Регуляція функцій нирок .....	225
8.10. Практичні навички з фізіології системи кровообігу .....	148	13.3. Роль нирок у підтримці гомеостазу .....	228
<b>Глава 9. Фізіологія дихання</b> .....	151	13.4. Практичні навички з фізіології системи виділення .....	232
9.1. Загальна характеристика системи дихання. Аналіз спірограми .....	151	<b>Глава 14. Фізіологія сенсорних систем</b> .....	236
9.2. Дослідження зовнішнього дихання. Дослідження механізму вдиху і видиху ....	156	14.1. Загальна характеристика сенсорних систем .....	236
9.3. Дослідження газообміну в легенях ...	160	14.2. Дослідження соматосенсорної системи. Фізіологічні основи болю і знеболювання .....	239
9.4. Дослідження транспорту газів у легенях .....	163	14.3. Дослідження зорової сенсорної системи .....	243
9.5. Дослідження нервової регуляції дихання .....	167	14.4. Дослідження слухової і вестибулярної сенсорних систем .....	250
9.6. Дослідження гуморальної регуляції дихання .....	170	<b>Глава 15. Фізіологічні основи поведінки</b> .....	254
9.7. Практичні навички з фізіології системи дихання .....	174	15.1. Функціональна система поведінки. Дослідження утворення і гальмування умовних рефлексів .....	254
9.8. Контроль засвоєння модуля з фізіології вісцеральних систем: крові, кровообігу, дихання .....	179	<b>Глава 16. Фізіологія вищої нервової діяльності</b> .....	261
<b>Розділ III. ФІЗІОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ МЕТАБОЛІЗМУ, ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЇ, ТРАВЛЕННЯ, ВИДІЛЕННЯ, АНАЛІЗАТОРІВ, ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ</b> .....	181	16.1. Особливості вищої нервової діяльності людини .....	261
<b>Глава 10. Енергетичний обмін</b> .....	181	16.2. Дослідження пам'яті. Види і механізми пам'яті. Роль пептидів у регуляції механізмів пам'яті і навчання .....	269
10.1. Енергетичний і основний обмін. Методи дослідження .....	181	16.3. Сон, його види. Біологічна роль ....	273
<b>Глава 11. Терморегуляція</b> .....	190	<b>Глава 17. Фізіологічні основи трудової діяльності та спорту</b> .....	275
11.1. Температура тіла і регуляція її сталості .....	190	17.1. Трудова діяльність, теорії розвитку втоми. Адаптація організму до фізичних навантажень .....	275
<b>Глава 12. Система травлення</b> .....	197	17.2. Контроль засвоєння модуля з фізіології процесів метаболізму, терморегуляції, травлення, виділення, аналізаторів і вищої нервової діяльності .....	279
12.1. Загальна характеристика і функції системи травлення. Травлення у ротовій порожнині. Роль смакової і нюхової систем у процесах травлення .....	197	Предметний покажчик .....	282
12.2. Травлення у шлунку. Методи дослідження травлення у шлунку .....	202	Список скорочень .....	284
		Список літератури .....	285

Навчальне видання  
Серія «Бібліотека студента-медика»

**КАЩЕНКО Ольга Анатоліївна,  
ПОСПЕЛОВ Олексій Михайлович,  
ЛЯШЕНКО Світлана Леонідівна [та ін.]**

## **ФІЗІОЛОГІЯ**

Навчальний посібник

Провідний редактор	<b><i>В. М. Попов</i></b>
Редактор	<b><i>Т. М. Ананьєва</i></b>
Художній редактор	<b><i>О. А. Шамиуріна</i></b>
Технічні редактори	<b><i>Т. М. Ананьєва, Р. В. Мерешко, А. В. Попов</i></b>
Коректори	<b><i>О. В. Титова, О. М. Фащевська</i></b>
Поліграфічні роботи	<b><i>І. К. Каневський</i></b>

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 33,61. Тираж 1000. Зам. 1558.

Видавець і виготовлювач Одеський національний медичний університет.  
65082, Одеса, Валіховський пров., 2.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 668 від 13.11.2001.

