

ПРОГНОЗУВАННЯ ОЧІКУВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛІКУВАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН КІСТКОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРАНОЇ МЕТОДИКИ ЛІКУВАННЯ

Одеський національний медичний університет

Summary. Ignatiev A. M., Turchin N. I., Prutiyan T. L., Shanygin A. V. **PREDICTION EXPECTED TREATMENT STRUCTAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM DEPENDING ON THE CHOSEN METHOD OF TREATMENT.** – Odessa National Medical University, Ukraine; e-mail: profpat@ukr.net. To predict treatment outcomes structural and functional changes of bone and muscular system depending on the selected treatment methods were examined 250 patients aged 19 to 89 years with verified diagnosis of osteopenia and osteoporosis. Depending on the methods of treatment, patients were divided into three groups: the main clinical group A (n = 81) - included kinesitherapy use in combination with the standard pharmacological treatment scheme; main clinical group B (n = 109) - the use kinezo- and dance therapy in combination with standard medical treatment scheme; clinical control group (n = 60) - the use of standard drug therapy. The dynamics parameters and clinical course assessment of the effectiveness of the therapy was determined at baseline, after 6 and 12 months. The results were subject to mathematical modeling and the creation of a mathematical model that allows to predict the value neyrospinalnoho index (NSF Index), through the performance of ultrasonic bone densitometry, without the use of equipment "Insight TM". The proposed regression models enable to predict the values of NSF Index after 6 and 12 months. treatment.

Key words: osteoporosis, osteopenia, mathematical prediction neyrospinalnyy index.

Реферат. Ігнат'єв А. М., Турчин Н. І., Прутіян Т. Л., Шаныгін А. В. **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОЖИДАЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫБРАННОЙ МЕТОДИКИ ЛЕЧЕНИЯ.** Для прогнозирования ожидаемых результатов лечения структурно-функциональных изменений костно-мышечной системы в зависимости от выбранной методики лечения было обследовано 250 пациентов в возрасте от 19 до 89 лет с верифицированным диагнозом остеопения и остеопороз. В зависимости от методики лечения, пациенты были разделены на три группы: основная клиническая группа А (n = 81) - включала применение кинезотерапии в комплексе со стандартной схемой медикаментозного лечения; основная клиническая группа Б (n = 109) - применение кинезо- и ДЭНС-терапии в комплексе со стандартной схемой медикаментозного лечения; контрольная клиническая группа (n = 60) - применение стандартной медикаментозной терапии. Динамику параметров клинического течения и оценку эффективности проводимой терапии определяли до начала лечения, через 6 и 12 мес. Полученные результаты подлежали математическому моделированию и созданию математической модели, которая позволяет прогнозировать значение нейроспинального индекса (NSF Index), через показатели ультразвуковой денситометрии костной ткани, без использования оборудования "Insight TM". Предложенные регрессионные модели дают возможность прогнозировать значения показателей NSF Index через 6 и 12 мес. лечения.

Ключевые слова: остеопороз, остеопения, математическое прогнозирование, нейроспинальный индекс.

Реферат. Ігнат'єв О. М., Турчин М. І., Прутян Т. Л., Шанигін А. В.
ПРОГНОЗУВАННЯ ОЧІКУВАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЛІКУВАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗМІН КІСТКОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРАНОЇ МЕТОДИКИ ЛІКУВАННЯ. Для прогнозування очікуваних результатів лікування структурно-функціональних змін кістково-м'язової системи залежно від обраної методики лікування було обстежено 250 пацієнтів віком від 19 до 89 років з верифікованим діагнозом остеопенія та остеопороз. В залежності від методики лікування, пацієнти були поділені на три групи: основна клінічна група А (n=81) - включала застосування кінезотерапії в комплексі зі стандартною схемою медикаментозного лікування; основна клінічна група Б (n=109) - застосування кінезо- та ДЕНС-терапії в комплексі зі стандартною схемою медикаментозного лікування; контрольна клінічна група (n=60) - застосування стандартної медикаментозної терапії. Динаміку параметрів клінічного перебігу й оцінку ефективності проведеної терапії визначали до початку лікування, через 6 та 12 міс. Одержані результати підлягали математичному моделюванню та створенню математичної моделі, яка дозволяє прогнозувати значення нейроспінального індексу (NSF Index), через показники ультразвукової денситометрії кісткової тканини, без використання обладнання "Insight TM". Запропоновані регресійні моделі дають можливість прогнозувати значення показників NSF Index через 6 та 12 міс. лікування.

Ключові слова: остеопороз, остеопенія, математичне прогнозування, нейроспінальний індекс.

Актуальність. Проблема остеопорозу, до цього часу, залишається однією з найбільш суперечливих проблем медицини. За даними ВООЗ, зареєстровано 210 млн хворих на ОП. Такі показники зумовлені значним постарінням населення - 13,2 (25,6 %) млн людей після 55 років, складною екологічною ситуацією, незбалансованим харчуванням, наявністю супровідної патології, несвочасною діагностикою, лікуванням та іншими факторами [3,4]. Розповсюдження остеопорозу серед осіб працездатного віку, призводить до розвитку різних видів працездатності, інвалідності та смертності, тим самим завдає значних соціально-економічних збитків країні. Тому розробка нових, безпечних, інформативних, доступних та низько вартісних методів і способів діагностики та лікування, які дали б змогу контролювати стан пацієнтів та ефективність призначеного лікування, робить дану проблему ще більш актуальнішою.

Мета роботи: створення та опрацювання математичної моделі прогнозування очікуваних результатів лікування структурно-функціональних змін кістково-м'язової системи залежно від обраної методики лікування.

Матеріали та методи. У роботі вивчено та проаналізовано результати обстеження та лікування 250 пацієнтів віком від 19 до 89 років з верифікованим діагнозом остеопенія та остеопороз.

Для досягнення мети дослідження відбір пацієнтів для дослідження здійснювався методом суцільної вибірки, а порівняння одержаних даних проводилося між трьома групами:

Основна клінічна група А - (n=81) - включала застосування кінезотерапії в комплексі зі стандартною схемою медикаментозного лікування.

Основна клінічна група Б - (n=109) - із застосуванням кінезо- та ДЕНС-терапії в комплексі зі стандартною схемою медикаментозного лікування.

Контрольна клінічна група (n=60) - застосування стандартної медикаментозної терапії.

Дослідження проводилось за допомогою ультразвукового денситометра AOS 100NW Aloka, для визначення МЩКТ і оцінки таких показників: SOS, TI (Transmission index), OSI (Osteo Sono-assesment Index), Z score of OSI (різниця між фактичним показником МЩКТ обстежуваного пацієнта і середньотеоретичною нормою для того ж віку, виражена як частина стандартного відхилення), зведений Z score of OSI, T score of OSI (різниця між показниками мінеральної кісткової маси і МЩКТ у обстежуваного і середньотеоретичним піком цих показників у віці 20 років), зведений T score of OSI та комплексу для реєстрації та

обробки біосигналів “Insight TM” для визначення NSF Index, що є зведеним показником і складається з таких інтегральних показників: визначення Algometry - больової чутливості, ROM (інклінометрія) - гнучкості хребта, EMG - поверхневої електроміографії, Термографії, PWP — варіабельності серцевого ритму.

Результати і їх обговорення. Для побудови математичних моделей, з урахуванням результатів кореляційного аналізу, було обрано вік, індекс маси (IM), SOS, Z score of OSI, T score of OSI, ступінь компресії та індекс травматологічного ризику (ITP) і NSF Index, причому основна увага приділялася залежності значень показників NSF Index від інших показників. Динаміку параметрів клінічного перебігу й оцінку ефективності проведеної терапії визначали до початку лікування, через 6 та 12 міс. Одержані результати лікування в усіх досліджуваних групах підлягали подальшому аналізу і математичному моделюванню, яке дозволило оцінити NSF Index у всіх періодах, а також дало можливість якісно спрогнозувати значення NSF Index з якнайменшою кількістю факторів, одержаних не на апараті “Insight TM”.

У табл. 1 представлено найкращі моделі, за допомогою яких можна оцінити значення NSF Index.

Як видно з табл. 1, усі п'ять моделей мають високий R^2 , тому вони можуть бути прийняті для подальшого застосування. Значення коефіцієнтів $\alpha_0, \dots, \alpha_6$ вказують на впливовість відповідного фактора. Так, наприклад, у моделі 1 найменшим є коефіцієнт α_1 — вплив віку - 0,0546, отже, можна побудувати модель, в якій вік не враховуватиметься як фактор впливу ($R^2 = 0,65$; $\alpha_0 = 78,868$; індекс маси тіла склав -0,24; Z score of OSI - 1,132; T score of OSI - 4,468; CTx - -2,369; ITP - 2,238). Модель 2, значення R^2 суттєво не змінилося, тому модель можна використовувати ($R^2 = 0,64$; $\alpha_0 = 80,425$; індекс маси тіла склав — -0,202; Z score of OSI - 1,636; T score of OSI - 4,111; CTx — -2,309; ITP - 2,277). Модель 3 - логічно було видалено зі списку факторів впливу індекс маси ($R^2 = 0,63$; $\alpha_0 = 75,27$; Z score of OSI - 1,408; T score of OSI - 4,339; CTx — -2,274; ITP - 2,319).

Таблиця 1

Моделі оцінки значення NSF Index за даними первинного обстеження

Модель	R^2	Фактори впливу, коефіцієнти						
		α_0	Вік, α_1	Індекс маси, α_2	Z score of OSI, α_3	T score of OSI, α_4	CTx, α_5	ITP, α_6
1	0,65	78,868	0,0546	-0,24	1,132	4,468	-2,369	2,238
2	0,64	80,425	—	-0,202	1,636	4,111	-2,309	2,277
3	0,63	75,27	—	—	1,408	4,339	-2,274	2,319
4	0,62	75,36	—	—	—	5,467	-2,042	2,303
5	0,58	79,19	—	—	—	4,893	—	—

У моделі 4 два вищевказані фактори мають однакову вагу, тому для спрощення моделі можна видаляти їх лише разом, а не поодино ($R^2 = 0,64$; $\alpha_0 = 75,36$; T score of OSI - 5,467; CTx — -2,042; ITP - 2,303). Таким чином, одержимо модель 5, для якої R^2 зменшився на 0,04, але все ще є достатнім ($R^2 = 0,58$; $\alpha_0 = 79,19$; T score of OSI - 4,893). Отже, ми обґрунтовано мінімізували кількість факторів впливу на показник, що моделюється.

Для моделі 5 було визначено таку формулу розрахунку значення NSF Index (для моделей 1–4 формули можна записати аналогічно):

$$\text{NSF Index} = 79,19 + 4,893 \cdot T_{\text{score of OSI}}$$

для якої $R^2=0,58$.

Значення таких важливих показників, як NSF Index, SOS, T score of OSI, через 6 і 12 міс. лікування різними методами можна спрогнозувати за допомогою регресійних моделей часових рядів (табл. 2 - 4).

Таблиця 2

Моделі розрахунків очікуваних значень NSF Index лікування різними методами*

Медикаментозне лікування	$4,5875 \cdot x + NSF_1 - 4,5875; R^2=0,9805$
Медикаментозне лікування + кінезотерапія	$6,7899 \cdot x + NSF_1 - 6,7899; R^2=0,9999$
Медикаментозне лікування + кінезотерапія + ДЕНС	$6,745 \cdot x + NSF_1 - 6,745; R^2=1$

Таблиця 3

Моделі розрахунків очікуваних значень SOS лікування різними методами*

Медикаментозне лікування	$5,3667 \cdot x + SOS_1 - 5,3667; R^2=0,9999$
Медикаментозне лікування + кінезотерапія	$7,3025 \cdot x + SOS_1 - 7,3025; R^2=0,9931$
Медикаментозне лікування + кінезотерапія + ДЕНС	$9,4954 \cdot x + SOS_1 - 9,4954; R^2=1$

Таблиця 4

Моделі розрахунків очікуваних значень T score of OSI лікування різними методами*

Медикаментозне лікування	$0,9951x - T \text{ score of } OSI_1 - 0,995; R^2=0,9862$
Медикаментозне лікування + кінезотерапія	$1,228 \cdot x - T \text{ score of } OSI_1 - 1,228; R^2=0,9954$
Медикаментозне лікування + кінезотерапія + ДЕНС	$1,3693x - T \text{ score of } OSI_1 - 1,3693; R^2=0,9974$

Примітка. * — для прогнозу через 6 міс. необхідно підставити значення $x=2$, для прогнозу через 12 міс. — $x=3$; NSF_1 , SOS_1 , T_OSI_1 — значення відповідних показників при первинному обстеженні.

Висновки

Таким чином, при проведенні дослідження вивчені найбільш інформативні показники (SOS, зведений Z score of OSI, зведений T score of OSI, NSF Index), які стали об'єктом математичного моделювання та подальшої оцінки функціонального стану кістково-м'язової системи для ранньої діагностики та моніторингу лікування структурно-функціональних змін кістково-м'язової тканини.

Створена математична модель, дозволяє прогнозувати значення NSFIndex через значення показників ультразвукової денситометрії, без використання обладнання "InsightTM":

$$NSF \text{ Index} = 79,19 + 4,893 \cdot T \text{ score of } OSI.$$

За допомогою запропонованих регресійних моделей є можливість прогнозувати значення показників NSF Index, SOS та T score of OSI через 6 та 12 місяців лікування.

Література

1. Комплекс для регистрации и обработки биосигналов в вертебрологии INSiGHT : руководство по использованию программного обеспечения и инструкция пользователя. — Норт-Беллерика, 2006. — 203 с.
2. Корж Н. А., Дедух Н. В. Профилактика остеопороза и остеопоротических переломов // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2010. — N 3. — С. 124 -132
3. Коцепалова Э. Ю. Скрининг и профилактика остеопороза // Терапевт. — 2009. — №12. — С. 15 -17
4. Лесняк О. М., Беневоленская Л. И. Остеопороз [2-е изд.]. — М.: ГЭОТАР- Медиа, 2009. — 272 с.

5. Остеопороз в практике врача-интерниста / В. В. Поворознюк, Н. В. Григорьева, Т. В. Орлик [и др.]. — К., 2014. — 198 с.
6. Поворознюк В. В. Ультразвукова денситометрія в оцінці структурно-функціонального стану кісткової тканини : метод. рекомендації / В. В. Поворознюк, Н. В. Григор'єва, Вас. В. Поворознюк., Ф. В. Климовицький — К., 2014. — 27 с.
7. Сміян С. І. Місце денситометрії в діагностиці остеопорозу / С. І. Сміян // Ліки України. — 2008. — № 4. — С. 151—154.
8. Alibasic J., Ramic E., Batic Mujanovic O. et al. Assessment of osteoporosis in family medicine obtained by ultrasound densitometry // Acta Inform Med. — 2013. — 21 (4). — P. 274 — 276.
9. Clinician's Guide To Prevention And Treatment Of Osteoporosis. — 2014. — [Электронный ресурс] // <http://nof.org/files/nof/public/content/files/2610/upload/895.pdf>
10. Diez-Perez A., Adachi J.D., Agnusdei D. et al. Treatment failure in s // Osteoporos. International. — 2012. — 23 (12). P. 2769-2774/
11. Bittar C.K. Utility of quantitative ultrasound of calcaneus in diagnosing osteoporosis in spinal cord injury patients / Bittar C.K., Cliquet A. Jr., Dos Santos Floter. // Am J. Phys. Med. Rehabil. — 2011. — 90 (6). — P. 477-481.

References:

1. Complex for registration and processing of the biosignals in vertebralogy INSIGHT: Guideline for the use of software and user's instructions. — Nort-balerika, 2006. — 203 p. (Rus.).
2. Korzh N.A. et al. Prophylaxis of osteoporosis and osteoporotic fractures // Orthopedics, traumatology and prosthesis. — 2010. — N 3. — P. 124 – 132 (Rus.).
3. Kotsepalova E. Yu. Screening and prophylaxis of osteoporosis // Thearapeeuitist. — 2009. — N 12. — С. 15-17 (Rus.).
4. Lesniak O. M., Benevolenskaya L. I. Osteoporosis [2nd Ed.]. — Moscow: GEOTAR-Media, 2009. — 272 p. (Rus.).
5. Ossteoporosis in the practice of internist / V. V. Povoroznyuck et al. — Kiev, 2014. — 198 p. (Rus.).
6. Povoroznyuck V. V. Ultrasonoric densitometria in the estimation of structural and functional state of bone tissue: methodical guideline. — Kiev., 2014. — 27 p. (Ukr.).
7. Ssmiyan S. I. Position of densitometria in diagnosis of osteoporosis // Grugs of Ukraine. — 2008. — № 4. — P. 151—154 (Ukr.).
8. Alibasic J., Ramic E., Batic Mujanovic O. et al. Assessment of osteoporosis in family medicine obtained by ultrasound densitometry // Acta Inform Med. — 2013. — 21 (4). — P. 274 — 276.
9. Clinician's Guide To Prevention And Treatment Of Osteoporosis. — 2014. — [Электронный ресурс] // <http://nof.org/files/nof/public/content/files/2610/upload/895.pdf>
10. Diez-Perez A., Adachi J.D., Agnusdei D. et al. Treatment failure in s // Osteoporos. International. — 2012. — 23 (12). P. 2769-2774/
11. Bittar C.K. Utility of quantitative ultrasound of calcaneus in diagnosing osteoporosis in spinal cord injury patients / Bittar C.K., Cliquet A. Jr., Dos Santos Floter. // Am J. Phys. Med. Rehabil. — 2011. — 90 (6). — P. 477-481.

Работа поступила в редакцию 05.01.2016 года.

Рекомендована к печати на заседании редакционной коллегии после рецензирования