

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

УДК 616.9-084:546.134

DOI 10.32782/2226-2008-2022-3-10

В. В. Бабієнко<sup>1</sup>, А. В. Мокієнко<sup>1</sup>, Є. Л. Михальчук<sup>1</sup>, П. М. Матюшенко<sup>1</sup>,  
О. Б. Квасницька<sup>2</sup>, В. О. Кирилюк<sup>1</sup>

### ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ ТА НОЗОКОМІАЛЬНІ ІНФЕКЦІЇ: СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

<sup>1</sup>Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна<sup>2</sup>Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

УДК 616.9-084:546.134

В. В. Бабієнко<sup>1</sup>, А. В. Мокієнко<sup>1</sup>, Є. Л. Михальчук<sup>1</sup>, П. М. Матюшенко<sup>1</sup>, О. Б. Квасницька<sup>2</sup>, В. О. Кирилюк<sup>1</sup>

### ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ ТА НОЗОКОМІАЛЬНІ ІНФЕКЦІЇ: СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

<sup>1</sup>Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна<sup>2</sup>Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

Мета роботи полягала в оцінці актуальності додаткового знезараження води в лікарнях як одного з шляхів профілактики нозокоміальних інфекцій.

Аналіз даних літератури дозволив підтвердити взаємозв'язок між контамінацією водними хвороботворними мікроорганізмами і нозокоміальними інфекціями і обґрунтувати важливий невикористаний потенціал щодо зменшення ризику виникнення небезпечних патологій шляхом профілактичних заходів. Всебічна мультибар'єрна стратегія протидії і контролю якості питної води дозволить забезпечити безпеку пацієнтів і позитивний економічний ефект.

**Ключові слова:** нозокоміальні інфекції, знезараження води, профілактика.

UDC 616.9-084:546.134

V. V. Babienko<sup>1</sup>, A. V. Mokienko<sup>1</sup>, E. L. Mikhalchuck<sup>1</sup>, P. M. Matushenko<sup>1</sup>, O. B. Kvasnitska<sup>2</sup>, V. O. Kiriluk<sup>1</sup>

### THE QUALITY OF WATER AND NOSOCOMIAL INFECTION: THE STATE OF PROBLEM AND WAYS OF ITS DECISION

<sup>1</sup>Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine<sup>2</sup>Bukovynskiy State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

**Problem statement.** Epidemiological value the risk factors for nosocomial infections has shown a close connection between microbial contamination of drinking water and the emergence of these infectious nosoforms. In this chain, it is necessary to further disinfect the water supply to the hospital.

**Task statement.** The goal has based by evaluating actuality extra disinfection the water in the Hospitals like one of the additional way in prevention nosocomial infection.

**Materials and methods of research.** Bibliometric, analytical.

**Presenting main material.** The analysis of the literature data shows that strategies for control and prevention of contamination with pathogens in hospital's water supply systems should be based on an integrated approach, which provides the following. It is necessary to create a new strategy in educational programs for all water supply specialists. Hospital water should be regarded as an important reservoir of infection. Prevention of formation and development of biofilms in water supply systems is the basis for preventing water contamination by pathogenic microorganisms. Strategies to combat the formation of biofilms should include careful implementation of all procedures. Chlorine dioxide is more effective than just chlorine in removing existing and counteracting the formation of new biofilms. Microbiological quality control the hospital's water and water supply system is a key procedure, as it provides information on the state of water pollution by various aquatic pathogens and to assess the effectiveness of control measures.

**Conclusions.** The presence of an association between waterborne pathogens and nosocomial infections suggests the need to additional water disinfection in hospitals.

**Key words:** nosocomial infections, water disinfection, prevention.

**Постановка проблеми.** Інфекції, пов'язані з наданням медичної допомоги (ІПНМД) (внутрішньо-лікарняні, госпітальні, нозокоміальні), є однією з глобальних світових проблем. Захворюваність на ІПНМД значною мірою показує якість надання медичної допомоги населенню та є важливою соціально-економічною характеристикою розвитку сучасного суспільства. У специфічних умовах функціонування системи закладів охорони

здоров'я (ЗОЗ) рівень інфекційної захворюваності визначають своєчасні та адекватні профілактичні та протиепідемічні заходи [1, 2].

У загальному напрямку європейської освітньої програми профілактики та контролю інфекцій виділено три головні модулі – клінічна мікробіологія, інфекційні захворювання та лікарняна гігієна. Гігієна як наука про вплив на здоров'я людини різних факторів навколишнього середовища вже за своїм визначенням включає мікробіологічні фактори та методи обмеження

поширення інфекційних хвороб. Присутні у зовнішньому середовищі патогенні мікроорганізми створюють загрозу поширення інфекцій, оскільки можуть тривалий час зберігатися та розмножуватися у зовнішньому середовищі, протягом довгого часу зберігаючи властивості інфекційного патогену (вірулентність, інвазивність). З цього випливає, що охорона здоров'я людей – це насамперед запобігання виникненню та поширенню інфекційних хвороб шляхом впливу на епідемічний процес, характерний для кожної групи інфекцій [1, 3].

Нині госпітальні (нозокоміальні) інфекції (NIs) вражають від 5 до 15% госпіталізованих хворих і можуть бути причиною ускладнень у 25–33% пацієнтів, що знаходяться на підключенні до систем життєзабезпечення (ICUS). Найбільш загальні причини – пневмонія, пов'язана з примусовою вентиляцією, внутрішньочеревні інфекції після травми або операцій і бактеріємія, джерелом якої можуть бути внутрішньосудинні пристрої.

Згідно з даними Інституту медицини у Вашингтоні, в Сполучених Штатах внутрішньолікарняні інфекції є причиною 44 000–98 000 летальних випадків щорічно, що у вартісному вираженні складає 17–29 мільярдів доларів [4].

Епідеміологічна оцінка чинників ризику цих інфекційних нозоформ показала тісний взаємозв'язок мікробної контамінації питної води і нозокоміальними інфекціями [5, 6]. Встановлено, що тільки госпітальні пневмонії, викликані контамінацією води *Pseudomonas aeruginosa*, є причиною 1400 випадків смерті щорічно. Слід звернути увагу, що незважаючи на доступність ефективних заходів контролю, відсутні рекомендації для попередження цих інфекцій і стандарти якості води для лікарень. У зв'язку з цим визнано необхідним додаткове знезараження води, що подається в лікарні [7, 8].

**Постановка завдання.** Мета роботи полягала в оцінці актуальності додаткового знезараження питної води, що подається у водопровідну систему лікарень, як одного з шляхів профілактики нозокоміальних інфекцій.

**Матеріали і методи дослідження.** Бібліометричні, аналітичні.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз даних літератури свідчить, що стратегії контролю та профілактики контамінації водними хвороботворними організмами в системах водопостачання лікарень мають ґрунтуватися на комплексному підході, який представлено наступним чином [5, 7–11].

1. Оскільки асоціація між водними хвороботворними мікроорганізмами і NIs є відносно новою галуззю знань, слід створити нову стратегію освітніх програм для усіх фахівців з водопостачання та будівництва лікарняних закладів.

2. Клініцисти, госпітальні епідеміологи, фахівці з інфекційного контролю, менеджери оцінки ризику, інженери і інші професіонали установ охорони здоров'я повинні мати уяву про ризики, що пов'язані з використанням питної води у лікувальних закладах, яка може бути резервуаром збудників інфекційних хвороб.

3. Повну ефективність протидії можливої контамінації водними хвороботворними мікроорганізмами систем водопостачання лікарень слід розцінювати як недосяжну. Проте, цей ризик може бути мінімізований шляхом дезінфекції і фільтрації.

4. Відомо, що на поверхні нового трубопроводу в системі водорозподілу можуть наколюватись *Ps. Aeruginosa* та питна вода може стати фактором передачі цього збудника, тому, після їх монтажу *Ps. aeruginosa* не може бути виявлена у питній воді (0 КУО/100 мл води).

5. Необхідно отримати більш повну інформацію про контамінацію поверхневих джерел водопостачання такими мікроорганізмами як: гриби і грамнегативні бактерії.

6. У деяких країнах Європейського Союзу (ЄС) – Нідерланди, Німеччина – для дезінфекції води в системах водорозподілу не використовують хлорвмісні дезінфектанти. Тому, існує потреба дослідження ефективності різних методів обробки води, зокрема діоксидом хлору [12], відносно ризику контамінації водними хвороботворними мікроорганізмами питної води, що використовується в установах охорони здоров'я.

7. При плануванні і будівництві системи водопостачання для установ охорони здоров'я принципово важливою є профілактика утворення і розвитку біоплівки [13]. Це може бути досягнуто шляхом своєчасного осушення водних ліній, які не експлуатуються, і попередження застою води в системі водорозподілу.

8. Впровадження методів дезінфекції – мідної/срібної іонізації питної води, застосування діоксиду хлору, хлорування і УФО, може запобігти формуванню біоплівок, але повна відсутність їх формування можлива тільки у тому випадку, якщо дезінфекція води своєчасно проводиться з моменту введення системи водопостачання в експлуатацію.

9. При формуванні біоплівок в системі водопостачання лікарень процес їх контролю надзвичайно ускладнений.

10. УФО неефективне по відношенню до біоплівок, що вже сформувалися в системі водопостачання лікарень.

11. Експериментальні дані показують можливість усунення бактерій у біоплівках безперервним введенням хлору або діоксиду хлору тривалий час (60–170 днів). Проте, вірогідність повного усунення біоплівок з системи водопостачання надзвичайно низька.

12. Стратегії протидії формування біоплівок повинні передбачати ретельне виконання усіх процедур.

13. Діоксид хлору ефективніший за хлорування при видаленні існуючих і протидії формування нових біоплівок [12, 13].

14. Монохлорамін запропонований, як альтернативний засіб дезінфекції в США. Проте в деяких країнах ЄС (Німеччина) із міркувань щодо токсичності цього засобу його не використовують. Важливим стратегічним кроком є контроль наявності водних хвороботворних організмів в системі водопостачання, оскільки в цьому випадку буде неможливо деконтамінувати воду.

15. Слід приділити увагу можливому забрудненню води у вихідній системі питної води у палатах пацієн-

тив. Контактні пристрої в лікарнях слід ідентифікувати як можливі джерела *Ps. aeruginosa* і *Legionella spp.* Цією ситуацією необхідно управляти шляхом застосування технічних процедур для зменшення і/або усунення забруднення.

16. Використання стерильної води для пацієнтів з груп ризику має деякі обмеження, особливо для пацієнтів при митті в душі. Бутильована вода набагато дорожча, ніж фільтрована. Тому впровадження фільтрів на крани і душі слід розглядати як засіб вибору для таких пацієнтів.

17. Застосування фільтрів-насадок на крани і душі є частиною програми контролю і протидії інфекцій, викликаних *Legionella* і *Ps. aeruginosa*.

18. Мікробіологічний контроль якості води і системи водопостачання лікарні є ключовою процедурою, оскільки дозволяє отримати інформацію про стан забруднення води різними водними хвороботворними мікроорганізмами і оцінити ефективність застосованих заходів контролю.

19. У разі забруднення системи *Legionella* або *Ps. aeruginosa* клініцисти мають бути негайно інформовані про ризик інфікування. У Німеччині і Франції мікробіологічний контроль систем водопостачання лікарень є інтегрованою частиною програми контролю інфекції.

20. Спостереження за інфекціями, викликаними *Legionella*, *Ps. aeruginosa* та іншими водними хвороботворними мікроорганізмами, є надзвичайно важливим. При високому рівні контамінації або збільшенні кількості цих мікроорганізмів систему водопостачання слід розглядати як резервуар інфекції, що вимагає введення відповідних заходів контролю. Сучасні літературні джерела підкреслюють внесок питної води незадовільної якості у розвиток NIs, тому потрібні подальші дослідження забруднення води найпростішими, грибами, бактеріями.

#### Висновки:

1. Знання, накопичені останніми роками, підтверджують тісний зв'язок між контамінацією водними хвороботворними мікроорганізмами питної води, що подається до лікувальних установ і NIs. Це свідчить про невикористаний потенціал зменшення частоти NIs шляхом застосування заходів водопідготовки. Всебічна мультибар'ерна стратегія протидії і контролю дозволить забезпечити безпеку пацієнтів і позитивний економічний ефект.

2. Зважаючи на обмеженість вітчизняних даних літератури щодо проблеми якості питної води, що подається до лікувальних закладів: «вода лікарень – нозокоміальні інфекції» слід визнати необхідним проведення відповідних досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Problematic issues of infection control in Ukraine. N.S. Morozova et al. *Actual problem of transport medicine*. 2022; №1: P. 19–23. (In Ukrainian).
2. Core components for infection prevention and control programmes. WHO; 2009. 42p.
3. The EUCIC Infection Prevention and Control Certificate 2022; 2024. European Training Programme ([https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCIC/EUCIC-Training\\_programme\\_december\\_2021\\_NMHH\\_V15.pdf](https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCIC/EUCIC-Training_programme_december_2021_NMHH_V15.pdf))
4. Prevention of nosocomial infections. Hygienic, epidemiological and microbiological aspects. Ed. S.I. Garcaviy, A.A. Shevchenko. Odessa. Press courier; 2015. 238 p. (In Ukrainian).
5. Anaissie EJ, Penzak SR, Dignani MC. The Hospital Water Supply as a Source of Nosocomial Infections. A Plea for Action. *Arch. Intern. Med.* 2002; 162: 1483–1492.
6. Mokienko AV, Pushkina VA, Gozhenko AI. Biofilms and infections: to assess the relationship. *Scientific Journal of the Ministry of Health of Ukraine*. 2014; 1(5): 129-136. (In Ukrainian)
7. Exner M. et al. Prevention and control of health care - associated waterborne infections in health care facilities. *Am. J. Infect. Control.* 2005; 33: 26–40.
8. Trautmann M. et al. *Pseudomonas aeruginosa*: new insights into transmission pathways between hospital water and patients. *Filtration.* 2004; 1 Suppl.: 63–70.
9. Cline S. et al. An outbreak of bacteremias associated with *Mycobacterium mucogenicum* in a hospital water supply. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 2004; 25:1042-1049.
10. Conger N. et al. *Mycobacterium simiae* outbreak associated with a hospital water supply. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 2004;25:1050-1055.
11. Hall J, Hodgson G, Kerr K. Provision of safe water for immunocompromised patients in hospital. *J. Hosp. Infect.* 2004; 58: 155–158.
12. Mokienko AV Chlorine dioxide: application in water treatment technologies. 2nd ed. rework and additional Odessa: "Phoenix", 2021. 336 p.
13. Biofilms of hospital ecosystems: the state of the problem and modern approaches to its solution. Ed. A.V. Mokienko, V.A. Pushkina, A.I. Gozhenko. Odessa. Interservice. 2014. 578 p.

Надійшла до редакції 07.12.2022 р.

Прийнята до друку 16.12. 2022 р.

Електронна адреса для листування v\_babienko@ukr.net