

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОЙ МЕДИЦИНЫ

ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT MEDICINE



АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ

ISSN 1818-9385 (print)

ISSN 1818-9385 (online)

- **окружающая среда**

навколишнє середовище
environment

- **профессиональное**

здоровье
професійне здоров'я
occupational health

- **патология**

патологія
pathology



2023
№ 3 (73)

Медицинский научный журнал

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ:

навколишнє середовище; професійне здоров'я; патологія

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Засновники: Український науково-дослідний інститут медицини транспорту Міністерства охорони здоров'я України та Фізико-хімічний інститут ім. О.В.Богатського Національної Академії наук України

№ 3 (73), 2023 р.

Заснований у серпні 2005 р.



Журнал є офіційним виданням Українського наукового товариства патофізіологів

Головний редактор	д.м.н. А.І.Гоженко	The editor-in-chief	A.I.Gozhenko
Науковий редактор	д.б.н. О.Г.Пихтєєва	The scientific editor	E.G.Pykhtieieva
Відповідальний секретар	к.б.н. Д.В.Большой	The responsible secretary	D.V.Bolshoy

Редакційна колегія

PhD П.Бартік (Словачія), PhD Н.С.Бадюк (Україна), д.м.н. Є.П.Белобров (Україна), PhD Е.А.Бормусова (Ізраїль), д.м.н. Р.С.Вастьянов (Україна), д.м.н. Л.І.Власик (Україна), д.м.н., чл.-кор. НАМНУ М.Р.Гжегоський (Україна), акад. НАМНУ, д.б.н. М.Я. Головенко (Україна), д.м.н. В.С.Гойдик (Україна), д.м.н. О.В.Горша (Україна), д.м.н. В.Жуков (Польща), д.м.н. С.В.Зябліцев (Україна), д.м.н. Л.А.Ковалевська (Україна), д.м.н., чл.-кор. НАМНУ М.О.Колісник (Україна), д.м.н. М.О. Клименко (Україна), д.б.н. І.А.Кравченко (Україна), д.м.н. Б.А.Насібуллін (Україна), д.м.н. Б.В.Панов (Україна), д.б.н. О.Г.Пихтєєва (Україна), д.м.н., чл.-кор. НАМНУ М.Г.Проданчук (Україна), д.б.н. Е.М.Псядло (Україна), д.м.н., М.С.Регеда (Україна), д.м.н., д.м.н. Р.Мускієта (Польща), д.м.н. А.Рзаєва (Азербайджан), д.м.н. І.В.Савицький (Україна), д.м.н. І.В.Сергета (Україна), д.м.н., акад. НАМНУ А.М. Сердюк (Україна), д.м.н. Д.Г.Ставрев (Болгарія), д.м.н. А.Н.Стоянов (Україна), д.м.н., д.б.н. Третьякова О.В., д.м.н. К.Ш.Шайсултанов (Казахстан), д.м.н. К.О.Шаріпов (Казахстан), PhD К.Л.Шафран (Великобританія), д.м.н. В.В. Шевляков (Білорусь), д.м.н. О.М.Шевченко (Україна), д.м.н. В.В.Шухтін (Україна), д.м.н., акад. НАМНУ О.П.Яворовський (Україна)

Editorial board

P.Bartik (Slovakia), N.S.Baduk (Ukraine), Ye.P.Belobrov (Ukraine), E.A. Bormusova (Israel), R.S.Vastyanov (Ukraine), L.I.Vlasik (Ukraine), M.R.Gzhegotsky (Ukraine), N.Ya.Golovenko (Ukraine), V.S.Gojdyk (Ukraine), O.V.Gorsha (Ukraine), V.Zhukov (Poland), S.V.Ziablitsev (Ukraine), L.A.Kovalevskaya (Ukraine), M.O.Kolosnyk (Ukraine), M.A.Klymenko (Ukraine), I.A.Kravchenko (Ukraine), B.A.Nasibullin (Ukraine), B.V.Panov (Ukraine), E.G.Pykhtieieva (Ukraine), N.G.Prodanchuk (Ukraine), E.M.Psiadlo (Ukraine), M.S. Regeda (Ukraine), R.Muszkietka (Poland), A.Rzayeva (Azerbaijan), I.V. Savytskyi (Ukraine), V.Sergeta (Ukraine), A.M.Serdyuk (Ukraine), D.G.Stavrev (Bulgaria), A.N.Stoyanov (Ukraine), Tretyakova E.V. (Ukraine), K.Sh.Shaisultanov (Kazakhstan), K.O.Sharipov (Kazakhstan), K.L.Shafran (Great Britain), V.V.Shevlyakov (Belarus), Shevchenko O.M. (Ukraine), V.V.Shukhtin (Ukraine), O.P.Yavorovskiy (Ukraine)

3

Адреса редакції:

вул. Канатна, 92, 65039, м. Одеса, Україна
Тел.: +380-50-988-98-94, +380-48-753-18-04
E-mail: med_trans@ukr.net

The address of editorial office:

Kanatnaya str., 92, 65039, Odessa, Ukraine
Phone: +380-50-988-98-94, +380-48-753-18-04
E-mail: med_trans@ukr.net

Журнал зареєстрований Держкомітетом по телебаченню та радіомовленню України
31 травня 2005 р. Свідоцтво: серія KB № 9901
ISSN 1818-9385 (print), ISSN 1818-9393 (online)

The Journal is registered by the State Committee on TV and broadcasting of Ukraine
May 31, 2005. The certificate: series KB № 9901
ISSN 1818-9385 (print), ISSN 1818-9393 (online)

Рукописи не повертаються авторам. Відповідальність за достовірність та інтерпретацію даних несуть автори статей. Редакція залишає за собою право скорочувати матеріали по узгодженню з автором.

Manuscripts are not returned to the authors. Authors bear all responsibilities for correctness and reliability of the presented data. Edition retains the right to reduce the size of the materials in agreement with the author.

Журнал внесений до переліку видань, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт з біології та медицини (Категорія «Б», наказ міністра науки і освіти України № 886 від 02.07.2020)
Журнал зареєстрований в міжнародній наукометричній базі Scopus (Польща)

Роботи, що представлені в цьому номері, рекомендовані до друку Редакційною колегією журналу після сліпого рецензування

Періодичність — 4 рази на рік
Передплатний індекс 95316
Адреси електронної версії:

<http://aptm.com.ua/>; <http://www.medtrans.com.ua/>; http://www.nbuv.gov.ua/portal/Chem_Biol/Aptm/texts.html

© Науковий журнал „Актуальні проблеми транспортної медицини”, 2005 р.

Підписано до друку 15.08.2023 р. Гарнітура Pragmatica. Формат 64x90 / 8. Друк офсетний. Ум. печ. лист. 15,2.
Надруковано з готового макету в друкарні "ART-V". м. Одеса, вул. Комітетська, 24А.

Зміст:		Content:
ДЕЗІНФЕКТОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НЕ-СПЕЦИФІЧНОЇ ПРОФІЛАКТИКИ ІНФЕКЦІЙНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ — Морозова Н.С., Марієвський В.Ф., Подаваленко А.П., Рідний С.В., Головчак Г.С., Коробкова І.В., Попов О.О., Лях С.І.	75	DISINFECTOLOGICAL ASPECTS OF NON-SPECIFIC PREVENTION OF INFECTIOUS DISEASES — <i>Morozova N.S., Marievskiy V.F., Podavalenko A.P., Readney S.V., Golovchak G.S., Korobkova I.V., Popov A.A., Lyakh S.I.</i>
ЕКОЦИД - МОЖЛИВІ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ПІДРИВУ КАХОВСЬКОЇ ГЕС ТА МЕДИЧНИЙ ЗАХИСТ — Майданюк В.П., Печиборщ В.П., Якимець В.М., Вороненко В.В., Печиборщ О.В., Якимець В.В., Дехтяр Ю.М., Лапшин Д.Є.	81	ECOCIDE - POSSIBLE EPIDEMIOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE KAKHOVKA HYDROPOWER PLANT AND MEDICAL PROTECTION — <i>Maidanyuk V.P., Pechiborshch V.P., Yakimets V.M., Voronenko V.V., Pechiborshch O.V., Yakimets V.V., Dekhtiar Yu.M., Lapshin D.Ye.</i>
АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ — Бабієнко В.В., Мокієнко А.В., Валькевич Д.В.	93	URGENCY OF THE PROBLEM OF WATER SUPPLY RELIABILITY FOR THE POPULATION — <i>Babienko V.V., Mokiienko A.V., Valkevich D.V.</i>
ГЕНЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ РЕЗИСТЕНТНОСТІ МІКРООРГАНІЗМІВ ДО ДЕЗІНФІКУЮЧИХ ЗАСОБІВ (ОГЛЯД) — Морозова Н.С., Рідний С.В., Коробкова І.В., Головчак Г.С., Попов О.О., Лях С.І.	100	GENETIC MECHANISMS OF RESISTANCE OF MICROORGANISMS TO DISINFECTANTS (REVIEW) — <i>Morozova N.S., Rydnyi S.V., Korobkova I.V., Golovchak G.S., Popov O.O., Lyakh S.I.</i>
ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ — Андрейцова Н.І.	104	WATER SUPPLY OF THE POPULATION IN THE CONDITIONS OF MILITARY REGULATION — <i>Andreitsova N.I.</i>
Клинические аспекты медицины транспорта	110	Clinical Aspects of Transport Medicine
СТАТЕВО-ВІКОВА СТРУКТУРА ПАЦІЄНТІВ З ПЕРЕЛОМАМИ ДОВГИХ КІСТОК НА ТЛІ COVID-19 — Гур'єв С.О., Танасієнко П.В., Скобенко Є.О.	110	GENDER AND AGE STRUCTURE OF PATIENTS WITH FRACTURES OF LONG BONES ON THE BACKGROUND OF COVID-19 — <i>Guriev S.O., Tanasienko P.V., Skobenko E.O.</i>
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СЛУХОВОЇ ФУНКЦІЇ У ПОСТТРАВМАТИЧНИХ ПАЦІЄНТІВ З АКУБАРОТРАВМОЮ — Тещук В.Й., Тещук Н.В., Руських О.О., Глухих О.П., Максюттов О.О.	118	RESULTS OF THE STUDY OF HEARING FUNCTION IN VICTIMS WITH ACUBAR TRAUMA — <i>Teshchuk V.J., Teshchuk N.V., Russkykh O.O., Hlukhykh O.P., Maksjutov O.O.</i>
АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ З УРАЖЕННЯМ КОЛІННОГО СУГЛОБУ ПРИ ГЕМОФІЛІЇ — Авер'янов Є.В., Шкрєбко В.О.	125	ANALYSIS OF THE RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF THE KNEE JOINT IN HEMOPHILIA — <i>Averyanov E.V., Shkrebko V.O.</i>
ЗНАЧЕННЯ КОРИГУЮЧОГО ВПЛИВУ КОРВІТИНУ ТА ТІОТРИАЗОЛІНУ НА РІВНІ ДЕЯКИХ ПРОЗАПАЛЬНИХ ЦИТОКІНІВ КРОВІ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ПОЄДНАННІ АЛЕРГІЧНОГО АЛЬВЕОЛІТУ ТА ІММОБІЛІЗАЦІЙНОГО СТРЕСУ — Регеда М.С., Галій-Луцька В.В.	132	THE VALUE OF THE CORRECTIVE EFFECT OF CORVITIN AND THIOTRIAZOLINE ON THE LEVEL OF SOME PRO-INFLAMMATORY BLOOD CYTOKINES IN THE EXPERIMENTAL COMBINATION OF ALLERGIC ALVEOLITIS AND IMMOBILIZATION STRESS — <i>Regeda M.S., Galii-Lutska V.V.</i>

УДК 613.32: 616.36 – 002.1 – 036.22 (477.74)
DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8254509>

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ

Бабієнко В.В., Мокієнко А.В., Валькевич Д.В.
Одеський національний медичний університет

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Бабиенко В.В., Мокиенко А.В., Валькевич Д.В.
Одесский национальный медицинский университет

URGENCY OF THE PROBLEM OF WATER SUPPLY RELIABILITY FOR THE POPULATION

Babienko V.V. , Mokienko A.V., Valkevich D.V.
Odessa National Medical University

Summary / Резюме

The purpose of the work. Assessment of the reliability of water supply for the population. *Research methods.* Bibliometric, compellative, analytical. *Research results and their discussion.* Recent evidence suggests that many improved drinking water supplies suffer from poor reliability. This study investigates what impact poor reliability may have on achieving health improvement targets. A Quantitative Microbiological Risk Assessment was conducted of the impact of interruptions in water supplies that forced people to revert to drinking raw water. Data from the literature were used to construct models on three waterborne pathogens common in Africa: *Rotavirus*, *Cryptosporidium* and *Enterotoxigenic E. coli*. Risk of infection by the target pathogens is substantially greater on days that people revert to raw water consumption. Over the course of a few days' raw water consumption, the annual health benefits attributed to consumption of water from an improved supply will be almost all lost. Furthermore, risk of illness on days drinking raw water will fall substantially on very young children who have the highest risk of death following infection. Agencies responsible for implementing improved drinking water provision will not make meaningful contributions to public health targets if those systems are subject to poor reliability. Funders of water quality interventions in developing countries should put more effort into auditing whether interventions are sustainable and whether the health benefits are being achieved.

Keywords: *risk assessment, water supply, water contamination, developing countries, diarrhea.*

Цель работы : Оценка надежности водоснабжения населения. *Методы исследований:* Библиометрические, компелятивные, аналитические. *Результаты исследований и их обсуждение:* Последние данные свидетельствуют о том, что многие улучшенные источники питьевой воды страдают низкой надежностью. В данном исследовании оценено влияние низкой надежности на достижение целей улучшения здоровья. Была проведена количественная микробиологическая оценка влияния перебоев в водоснабжении, которые заставили людей вернуться к питьевой воде. Данные литературы были использованы для построения моделей на трех патогенных

микроорганізмах, передаваних через воду, розповсюджених в Африці: *Rotavirus*, *Cryptosporidium* and *Enterotoxigenic E. coli*. Ризик зараження цільовими патогенами значно вище, коли люди повертаються до споживання сирої води. В течение нескольких дней потребление сырой воды годовая польза для здоровья, связанная с потреблением воды по улучшенному водоснабжению, будет почти полностью утрачена. Кроме того, риск заболеть в дни потребления сырой воды существенно снизится для очень маленьких детей, имеющих самый высокий риск смерти после инфицирования. Учреждения, ответственные за внедрение улучшенного обеспечения питьевой водой, не внесут существенного вклада в достижение целей общественного здоровья, если эти системы подлежат низкой надежности. Те, кто финансирует мероприятия по улучшению качества воды в развивающихся странах, должны прилагать больше усилий для проверки надежности водоподготовки и проверки того, достигаются ли преимущества для здоровья при применении очищенной воды.

Ключевые слова: оценка риска, водоснабжение, загрязнение воды, развивающиеся страны, диарея.

Мета роботи: Оцінка надійності водопостачання населення. *Методи досліджень.* Бібліометричні, компелятивні, аналітичні. *Результати досліджень та їх обговорення.* Останні дані свідчать про те, що багато покращених джерел питної води страждають від низької надійності. У цьому дослідженні оцінено вплив низької надійності на досягнення цілей щодо покращення здоров'я. Було проведено кількісну мікробіологічну оцінку впливу перебоїв у водопостачанні, які змусили людей повернутися до питної води. Дані з літератури були використані для побудови моделей на трьох патогенних мікроорганізмах, що передаються через воду, які поширені в Африці: ротавірус, криптоспоридій та ентеротоксигенна кишкова паличка. Ризик зараження цільовими патогенами значно вищий у дні, коли люди повертаються до споживання сирої води. Протягом кількох днів споживання сирої води річна користь для здоров'я, пов'язана зі споживанням води з покращеного водопостачання, буде майже повністю втрачена. Крім того, ризик захворіти в дні споживання сирої води суттєво знизиться для дуже маленьких дітей, які мають найвищий ризик смерті після інфікування. Установи, відповідальні за впровадження покращеного забезпечення питною водою, не зроблять суттєвого внеску в досягнення цілей громадського здоров'я, якщо ці системи підлягають низькій надійності. Ті, хто фінансує заходи щодо якості води в країнах, що розвиваються, повинні докладати більше зусиль для перевірки того, чи втручання є стійкими та чи досягаються переваги для здоров'я.

Ключові слова: оцінка ризику, водопостачання, забруднення води, країни, що розвиваються, діарея.

Вступ

Останні дані літератури свідчать про те, що багато джерел питної води страждають від низької надійності. У дослідженні [1] показано вплив цього фактору на здоров'я населення. Було проведено кількісну оцінку мікробного ризику впливу перебоїв у водопостачанні, які змусили людей споживати необроблену питну воду. Дані літератури були використані для створення моделей трьох патогенів, що передаються через воду, які

поширені в Африці: *Rotavirus*, *Cryptosporidium* і ентеротоксигенна *E. coli*. Встановлено, що ризик зараження цими патогенами значно вищий у дні, коли люди повертаються до споживання сирої води. Протягом кількох днів споживання сирої води річна користь для здоров'я, пов'язана зі споживанням води покращеної якості, майже повністю втрачається. Крім того, ризик захворіти в дні споживання сирої води суттєво підвищується для дуже маленьких дітей, які мають найвищий ризик смерті після

інфікування.

Мета роботи - Оцінка надійності водопостачання для населення.

Методи досліджень

Бібліометричні, компелятивні, аналітичні.

Результати досліджень та їх обговорення

Однією з ключових цілей розвитку тисячоліття є зменшення наполовину кількості людей у світі, які не мають доступу до безпечної питної води. У 2007 році експерти Організації Об'єднаних Націй прийшли до невтішного висновку: незважаючи на значні інвестиції у забезпечення водою, особливо в Африці, малоймовірно, що ця мета буде досягнута до 2015 року. До сьогодні ситуація не змінилась [2]. Одним із головних факторів забезпечення безпечною водою є пов'язане з цим покращення здоров'я, наприклад зниження ризику діарейних захворювань [2-6]. На жаль, у прагненні поставити покращене постачання питної води людям у країнах з низьким рівнем доходу майже не проводилося жодного аудиту того, чи ці системи постачання досягли поставлених цілей у сфері охорони здоров'я та чи справді вони працюють після встановлення. Це повною мірою має відношення до нашої країни.

Згідно економічних оцінок, зроблених ще у 2007 році, інвестиції в країни з низьким рівнем доходу триватимуть приблизно 40 років [7]. Є всі підстави вважати ці прогнози невірними, що може мати серйозний вплив на економічну ефективність покращення здоров'я. Показано, що з водопостачанням може бути не все добре навіть у районах, які нібито не мають із цим проблем. Автори роботи [8] провели опитування щодо поліпшення стану водопостачання у Південній Африці та виявили вражаюче поганий стан систем, де деякі джерела не могли доставити воду через погано побудовані свердловини або, навіть при такій ситуації, не фінансувалась їх експлуатація. При цьому, безперервність водо-

постачання часто перебуває під загрозою, наприклад, через суперечки про оплату дизельного палива для насоса або обслуговування та ремонт насоса. Нарешті, повідомляється про поганий стан мережі, здебільшого через часті пошкодження кранів на стояках. З 15 сіл, які вони оцінили, три не мали достатньої кількості води. У двох із цих сіл свердловини висохли незабаром після будівництва. З решти 12 сіл п'ять на момент перевірки не мали води. У двох селах вийшла з ладу помпа, ще в двох не було грошей купити солярку, а в п'ятому захворів насосник. Це дослідження малює дуже похмуру картину водопостачання в Африці, яка не є унікальною, але характерною для більшості країн, що розвиваються. Незважаючи на значну важливість безперервності водопостачання для здоров'я, реальні спроби зрозуміти значення цього фактору не проводились.

Станом на 2007 рік у Європі протягом останніх 15 років приблизно 33 % водно-обумовлених спалахів можна пояснити проблемами водорозподільних мереж [9]. Наприклад, два європейські дослідження виявили втрату тиску в системах питної води як значний фактор ризику спорадичних діарейних захворювань [10, 11]. У країнах, що розвиваються, періодичні збої в постачанні були також пов'язані з низкою спалахів. Тому, є необхідною оцінка величини впливу ненадійного забезпечення питною водою на захворюваність діареєю, коли населення змушене повернутися до споживання неочищеної поверхневої води протягом одного або кількох днів, тобто в ситуаціях, які надто часто трапляється в багатьох системах водопостачання в країнах, що розвиваються.

Джерелом даних про якість води та ефективність очищення була стаття Howard et al. (2006) [12]. Автори провели кількісну оцінку мікробного ризику (QMRA) двох систем водопостачання в африканській країні Уганда (Gaba 1 і Gaba 2) для трьох патогенів: ентерогеморагічної *E. coli*, *Cryptosporidium* і

Rotavirus. Обидві водопровідні системи беруть воду з озера Вікторія, а потім застосовують швидку піщану фільтрацію та хлорування. Крім того, Gaba 2 має стадію коагуляції-флокуляції перед фільтрацією. В даному випадку зроблено усереднення якості сирової води між Gaba 1 і Gaba 2. Крім того, замість ентєрогеморагічної кишкової палички (відносно рідко викликає захворювання в країнах, що розвиваються), у цьому дослідженні [1] використовували набагато більш значущий збудник — ентеротоксигенну кишкову паличку (ETEC), який переважно передається через їжу та воду з незначним поширенням від людини до людини або без нього [13, 14]. Оцінки ефективності знезараження ETEC були взяті у Howard et al. [11], але концентрація ETEC у сирій воді була отримана з досліджень у провінції Лімпопо в Південній Африці [15] із врахуванням чутливості методу ПЛР [16].

Для оцінки щоденного ризику інфікування використовували модель Бета-Пуассона, за якою ймовірність інфікування одним мікроорганізмом визначається бета-розподілом. Розподіл Бета-Пуассона широко використовується в кількісних оцінках мікробного ризику. Це дослідження [1] оцінило щоденний ризик інфікування як для очищеної, так і для сирової води. Ключовими змінними для аналізу, особливо якості сирової води, були ефективність очищення та параметри для бета-пуассонівського розподілу.

Розрахований річний ризик інфікування (одна чи більше інфекцій на рік) визначали наступним рівнянням, де P_{infday} — це ймовірність інфікування в дні, коли п'ють лише очищену питну воду.

$$P_{Infyear} = 1 - (1 - P_{Infday})^{365}$$

Щоб оцінити вплив збою в постачанні протягом N днів на річний ризик, використовували наступне рівняння, де P_{infday} є ймовірністю зараження протягом дня, коли люди повинні повернутися до

пиття неочищеної води.

$$P_{Infyear} = 1 - \left((1 - P_{Infday})^{365 - N} \times (1 - P_{Infbad})^N \right)$$

Подальший аналіз був зроблений для оцінки ймовірності зараження з віком. Це було зроблено в системі Excel із кожним днем у віці від 6 до 36 місяців. Кожного дня ймовірність захворювання приймалася як добуток добової ймовірності зараження та ймовірності відсутності попередньої інфекції.

Розрахована ймовірність зараження для кожного дня для трьох збудників при вживанні очищеної води та для кожного дня при вживанні сирової води наступна. В ті дні, коли споживач повинен пити сиру воду через збій постачання, ймовірність ротавірусної інфекції становить 0,858 порівняно з 0,006, для *Cryptosporidium* 0,4 порівняно з 0,003 і для ентеротоксигенної *E. coli* 0,12 порівняно з 0,000002.

Проведено розрахунки річного ризику зараження за припущенням, що люди п'ють лише очищену воду протягом усього року, а також коли їм доводиться повертатися до сирової води через збій постачання протягом одного або кількох днів протягом року. Встановлено, що річний ризик для *Cryptosporidium* і ротавірусу залишається високим і становить понад 50 % на рік через низьку ефективність очищення, навіть якщо люди п'ють лише очищену питну воду. Навпаки, річний ризик ETEC дуже низький у людей, які п'ють лише очищену воду. Однак, навіть один день повернення до споживання сирової води має значний вплив на річний ризик, причому ризик від ETEC є на два порядки більшим. Підвищення ризику для *Cryptosporidium* і Rotavirus не таке велике, оскільки відображає той факт, що більшість людей були б інфіковані через рік, навіть якщо б пили лише очищену воду. Проте все ще існує помітне зростання ризику лише за один день зміни якості води. Якщо більше ніж на один день, річний ризик захворювання зростає майже до 100 % для *Cryptosporidium* і Rotavirus. Ризик від

ETEC продовжує зростати до 99 % інфекції через 34 дні.

Розраховано кумулятивний ризик інфікування дітей шестимісячного віку із припущенням, що одна інфекція завжди призводить до захворювання за відсутності імунітету від попередньої інфекції. Враховано, що імунітет після інфекції зберігається принаймні до трирічного віку. Ця модель передбачає нульовий ризик у перші шість місяців життя через грудне вигодовування та відсутність джерел непитної води. Показано, що споживання очищеної питної води призводить до дуже мінімального ризику інфікування ETEC, але 38 % дітей заразяться криптоспоридійною інфекцією, а 64 % ротавірусною інфекцією у віці від 6 до 12 місяців. Внаслідок необхідності повернутися до вживання сирої питної води через збій у постачанні щоденний ризик ETEC є значно вищим, особливо у дітей віком до 12 місяців. Багато дітей також отримують *Cryptosporidium* і *Rotavirus* раніше, ніж вони могли б це зробити в іншому випадку.

Це дослідження [1] показало, що навіть кількох днів переривання постачання питної води може бути достатньо, щоб знищити користь для здоров'я від забезпечення чистою питною водою. Концепція про те, що ризик зараження від очищеної питної води може змінюватися з кожним днем і бути вищим у так звані погані дні, піднімалася раніше [17]. Можна стверджувати, що припущення, використані в цьому аналізі, особливо щодо якості вихідної води та ефективності очищення, ґрунтуються на обмеженій кількості досліджень, і тому представлені оцінки підлягають невизначеності. Однак, будь-яка реалістична зміна припущень все одно призведе до того самого загального висновку.

Особливо цікаво, що результати моделювання для ETEC були такими сильними порівняно з *Cryptosporidium* і *Rotavirus*, які здебільшого передаються безпосередньо від людини до людини і питна вода становить лише незначну ча-

стку інфекцій. З іншого боку, передача ETEC не поширюється безпосередньо від однієї людини до іншої, і питна вода є основним шляхом її передачі.

Результати цього аналізу [1] також свідчать про те, що для багатьох інфекцій цінність очищеної води значною мірою полягатиме у відстроченні віку першого зараження. Це важливий момент, оскільки саме вікова група молодше 12 місяців найімовірніше помре від діарейного захворювання [18, 19], тому відкладання віку першого зараження навіть на кілька місяців можуть істотно знизити дитячу смертність.

У ширшому питанні завжди точилися дискусії щодо відносної важливості кількості та якості води для запобігання діарейним захворюванням у країнах, що розвиваються [20]. Це дослідження [1] припускає, що одна з причин, чому дослідження покращеної якості води не завжди показували послідовні результати, полягає в тому, що ці системи, можливо, не були надійними на 100 %. Якщо кількадекільні збій у постачанні є достатнім, щоб підірвати будь-які переваги для здоров'я від надання питної води покращеної якості, тоді будь-яке втручання, яке не є на 100 % надійним, не досягне очікуваного покращення здоров'я.

В даному аналізі [1] передбачається збереження імунітету після діарейної хвороби. Однак, для багатьох збудників це не так, і імунітет може тривати лише кілька місяців [21]. У цьому контексті повторне інфікування низькими дозами патогенів може фактично зменшити частоту захворювань [22]. Якщо це так, тоді цілком можливо, що тягар здоров'я в громаді, яка має повернутися до споживання неочищеної води після періоду споживання лише очищеної води, буде навіть більшим, ніж у громаді, яка не мала доступу до покращеної води.

У цьому аналізі основна увага приділялася очищеній поверхневій воді. Багато випадків водопостачання в країнах, що розвиваються, особливо в сільській

місцевості, стосуються створення колодязів як альтернативи поверхневій воді. Очевидно, що захист гирла свердловини та водоносного горизонту має важливе значення для захисту якості та безпеки води, і це може свідчити про значні відмінності в ризиках порівняно з представленими тут. Однак у ситуаціях, які проаналізовані у роботі [8], населенню доведеться знову повернутися до питної води із поверхневого джерела, тому оцінка ризику, наведена тут, є прийнятною.

Цей аналіз не включав розгляд питання очищення води в домашніх умовах. З систематичних оглядів стає зрозуміло, що очищення води в домашніх умовах, наприклад хлорування, є ефективним для зменшення діарейних захворювань [3, 4]. Однак, як зазначено в цих оглядах, більшість досліджень домашньої обробки води використовували дуже короткі періоди спостереження, тому невідомо, як довго триває таке домашнє очищення після періоду дослідження. Дійсно, одне дослідження показало, що лише 2/3 людей продовжують регулярно користуватися фільтром менш ніж через рік після завершення дослідження [23]. Проблеми зі здоров'ям через періодичне або лише тимчасове використання таких одноразових пристроїв будуть дуже схожі на ті, що виникають через перерву громадського водопостачання, як описано вище [8].

Нарешті, існує значний міжнародний рух до забезпечення систем чистої питної води в країнах, що розвиваються, особливо в Африці на південь від Сахари. Однак доступної інформації про довгострокову надійність і сталість більшої частини цієї роботи мало. Якщо, як виявили Rietveld та ін. (2008) [8], більша частина цієї нової інфраструктури є ненадійною та регулярно виходить з ладу, то з точки зору здоров'я такі втручання принесуть невелику користь, якщо взагалі її принесуть. Останні аналізи рентабельності та ефективності водопостачання, як інструменту для покращення здоров'я населення, не розглядають проблему

передчасної відмови або низької надійності [7, 24]. Цілком ймовірно, що системи, які підпадають під низьку надійність, матимуть дуже низьку економічну цінність, принаймні з точки зору загального здоров'я. Отже, може виявитися, що найбільш економічно ефективним заходом для зменшення діарейних захворювань у країнах, що розвиваються, є програми покращення управління існуючими системами питної води, а не інвестиції в створення нових систем, які або передчасно вийдуть з ладу, або працюватимуть лише з перервами.

Висновок

Цей аналіз дуже чітко показав, що низька надійність впровадження в покращення якості питної води в країнах, що розвиваються, може підірвати значну частину сподівань на покращення громадського здоров'я. Масштаб ефекту, який спостерігається в цій моделі, дає впевненість у тому, що цей загальний висновок залишиться дійсним навіть за реалістичних варіацій у використаних припущеннях. У прагненні досягти мети розвитку тисячоліття щодо забезпечення безпечною питною водою слід визнати, що спонсори покращення якості води, наприклад, державні чи благодійні організації, повинні докладати більше зусиль для перевірки ефективності своїх інвестицій у водопостачання в середньостроковій та довгостроковій перспективі. Цей процес аудиту також має включати дослідження природи та причин несправностей та їхнього впливу на здоров'я навколишніх громад. Лише тоді можна визначити найбільш ефективні засоби покращення якості води та запобігти потенційно шкідливим засобам низької якості.

Reference

1. Hunter P.R., Zmirou-Navier D., Hartemann P. Estimating the impact on health of poor reliability of drinking water interventions in developing countries. *Sci Total Environ.* 2009. V. 407 (8). P. 2621-2624.
2. Effectiveness of interventions to improve drinking water, sanitation, and handwashing with soap on risk of diarrhoeal disease in children in low-income and middle-income settings: a system-

- atic review and meta-analysis. J. Wolf et al. *Lancet*. 2022. V. 400. P. 48–59.
3. Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: a systematic review and meta-analysis. L. Fewtrell et al. *Lancet Infect Dis*. 2005. V. 5. P. 42-52.
 4. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea: systematic review and meta-analysis. T. Clasen et al. *BMJ*. 2007a V.334. P. 782-785.
 5. Water Quality Interventions to Prevent Diarrhoea: Cost and Cost-Effectiveness. World Health Organization. 2008. 33 p.
 6. Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. A Prüss-Ustün et al. *Trop Med Int Health*. 2014. V. 19 (8). P. 894-905.
 7. Haller L., Hutton G., Bartram J. Estimating the costs and health benefits of water and sanitation improvements at global level. *J Water Health*. 2007. V. 5. P.467-480.
 8. Rietveld L.C., Haarhoff J., Jagals J. A tool for technical assessment of rural water supply systems in South Africa *Phys. Chem. Earth*. 2009. V. 34. P. 43-49.
 9. Fault tree analysis of the causes of waterborne outbreaks. H.L. Risebro et al. *J Water Health*. 2007. V. 5 (suppl. 1). P. 1-18.
 10. Hunter PR, Chalmers RM, Hughes S, Syed Q. Self reported diarrhea in a control group: a strong association with reporting of low pressure events in tap water. *Clin Infect Dis*. 2005. V.40. P. 32-34.
 11. Breaks and maintenance work in the water distribution systems and gastrointestinal illness: a cohort study. K. Nygard et al. *Int. J Epidemiol*. 2007. V. 36. P. 873-880.
 12. Howard G., Pedley S., Tibatemwa S. Quantitative microbial risk assessment to estimate health risks attributable to water supply: can the technique be applied to developing countries with limited data *J. Water Health*. 2006. V. 4. P. 49-65.
 13. Hunter P.R. Drinking water and diarrhoeal disease due to *Escherichia coli*. *J. Water Health*. 2003. V.1. P. 65-72.
 14. Quadri F., Svennerholm AM., Faruque AS.G., Sack R.B. Enterotoxigenic *Escherichia coli* in developing countries: epidemiology, microbiology, clinical features, treatment and prevention. *Clin. Microbiol. Rev*. 2005. V. 18. P. 465-483.
 15. Gene encoding virulence markers among *Escherichia coli* isolates from diarrhoeic stool samples and river sources in rural Venda communities of South Africa. C.L. Obi et al. *Water SA*. 2004. V. 30. P. 37-42.
 16. Enterotoxigenic *Escherichia coli* is detectable in water samples from an endemic area by real-time PCR. A Lothigus et al. *J. Appl. Microbiol*. 2007. V. 104. P. 1128-1136.
 17. Gale P. Using risk assessment to identify future research requirements. *J. AWWA*. 2002. V. 94 (9). P. 30.
 18. Survey of infant mortality in Mirebalais. O.Y. Desinor et al. *Haiti Sante*. 2000. V. 10. P. 407-411.
 19. Cause-specific child mortality in a mountainous community in Pakistan by verbal autopsy. D. Marsh et al. *JPMA-J Pak Med Assoc*. 1993. V. 43. P. 226-229.
 20. Esrey S.A Water, waste, and well-being: a multicountry study. *Am. J. Epidemiol*. 1996. V.143. P. 608-623.
 21. Hunter P.R. Modelling the impact of prior immunity, case misclassification and bias on case-control studies in the investigation of outbreaks of cryptosporidiosis. *Epidemiol. Infect*. 2000. V. 125. P. 713-718.
 22. How clean must our drinking water be: the importance of protective immunity. F.J. Frost et al. *J Infect Dis*. 2005. V.191. P. 809-814.
 23. Clasen T.F., Brown J., Collin S.M. Preventing diarrhoea with household ceramic water filters: assessment of a pilot project in Bolivia *Int. J. Environ. Health. Res*. 2006. V. 16. P. 231-239.
 24. Cost-effectiveness of water quality interventions for preventing diarrhoeal disease in developing countries. T. Clasen et al. *J. Water Health* 2007b. V. 5. P. 599-608.

Вперше надійшла до редакції 01.05.2023 р.
Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування