

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРАНСПОРТНОЇ МЕДИЦИНИ

ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT MEDICINE



ISSN 1818-9385 (print)

ISSN 1818-9393 (online)

- **навколишнє середовище**
environment
- **професійне здоров'я**
occupational health
- **патологія**
pathology

2025

№ 3 (81)

Медичний науковий 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 (81), 2025 г.

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.Гжеготський (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.м.н., М.С.Регада (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. О.М.Стоянов (Україна), д.м.н. К.О.Талалаєв, д.б.н. Третьякова О.В., д.м.н. К.Ш.Шайсултанов (Казакстан), д.м.н. К.О.Шаріпов (Казакстан), PhD К.Л.Шафран (Великобританія), 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), 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), O.M..Stoyanov (Ukraine), K.O. Talalaev (Ukraine), E.V.Tretyakova (Ukraine), K.Sh.Shaisultanov (Kazakhstan), K.O.Sharipov (Kazakhstan), K.L.Shafran (Great Britain), Shevchenko O.M. (Ukraine), V.V.Shukhtin (Ukraine), O.P.Yavorovsky (Ukraine)

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.nbu.gov.ua/portal/Chem_Biol/Aptm/texts.html

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

Підписано до друку 15.09.2025 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.

МІКРОБІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ХРОНІЗАЦІЇ ІНФЕКЦІЙ

Морозова Н.С., Марієвський В.Ф., Коробкова І.В., Головчак Г.С., Попов О.О.
Харківський національний медичний університет,
ДУ «Інститут епідеміології та інфекційних хвороб
ім. Л.В. Громашевського» НАМН України

MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF SUBSTANTIATION OF THE PROCESS OF CHRONIZATION OF INFECTIONS

Morozova N.S., Marievsky V.F., Korobkova I.V., Golovchak G.S., Popov O.O.
Kharkiv National Medical University,
State Institution "Institute of Epidemiology and Infectious Diseases named after L. V.
Gromashevsky" NAMS of Ukraine

Summary/Резюме

У статті висвітлюються актуальні питання сучасної трактовки механізмів хронізації інфекцій. Формуються фактори, що визначають розвиток інфекційного процесу з позицій структурно-функціональної перебудови бактеріальної клітини, та дозволять протистояти екологічним небезпекам. Розглядаються питання використання бактеріями різного діапазону оперативних стратегій (біоплівки, некультивовані форми, L-форми і «рухливий» морфотип), як факторів стійкості до несприятливих умов зовнішнього середовища.

Обговорюються питання вдосконалення лікування, лабораторної діагностики та профілактики інфекційних захворювань з урахуванням ролі колективної самоорганізації бактерій в інфекційному процесі.

Ключові слова: бактерії, інфекції, біоплівки, некультивовані форми, L-форми, «рухливий» морфотип, хронізація інфекцій.

The article highlights the current issues of the modern interpretation of the mechanisms of chronicity of infections. Factors are formed that determine the development of the infectious process from the standpoint of the structural and functional reorganization of the bacterial cell, and will allow to resist environmental hazards. The issues of the use of a different range of operational strategies by bacteria (biofilms, uncultivated forms, L-forms and "mobile" morphotype) as factors of resistance to adverse environmental conditions are considered.

The issues of improving the treatment, laboratory diagnostics and prevention of infectious diseases are discussed, taking into account the role of collective self-organization of bacteria in the infectious process.

Keywords: bacteria, infections, biofilms, uncultivated forms, L-forms, "mobile" morphotype, chronicity of infections.

Інфекційні захворювання є однією з глобальних проблем охорони здоров'я. При цьому відмічається тенденція до зростання питомої ваги інфекцій у загальній масі захворювань. Значна частина їх припадає на долю хронічних інфекцій.

Механізми, що лежать в основі хронізації інфекційного процесу активно обговорюються, проте більшість дослідників висвітлює цю проблему виключно з точки зору симбіотичних взаємовідносин у системі «паразит-господар», яка базується на

особливостях традиційних збудників. [1]

Разом із тим розвиток інфекційного процесу залежить від цілого ряду факторів і значною мірою визначається адаптивними здібностями збудників, які дозволяють їм протистояти захисним факторам господаря та несприятливим впливам оточуючого середовища.

Відомо, що базову основу формування не тільки хронічних інфекцій, але і бактеріоносійства загалом, закладає персистенція мікроорганізмів.

Мікробне персистування в широкому сенсі слова означає «здатність мікроорганізмів виживати в цьому небезпечному світі». [2] Назва «персистенція» походить від латинської *persistere* (залишатися, упиратися), що слід розглядати як форму самозахисту збудників.

Персистенція мікроорганізмів є небезпечною не тільки завдяки виживанню, але й збереженню у них вірулентності, інвазивності, тобто властивостей інфекційного патогену.

Описано особливості механізму персистенції нормо флори і так званих персистентних форм. Йдеться про формування певних біологічних властивостей організму, що сприяють протистоянню захисту господаря. Виходячи з цього виникають припущення щодо існування персистентних характеристик, які визначають інактивацію механізмів резистентності господаря. Так, під час освоєння бактеріями нової екологічної ніші відповідну роль відіграють структурні особливості мікробів, які визначають структурно-функціональні перебудови бактеріальної клітини.

Дослідження останніх десятиліть показали, що більшість бактерій існує в природних екосистемах не у вигляді вільно циркулюючих планктонних клітин, а у вигляді специфічних високоорганізованих спільнот зі складною колоніальною організацією, що можна розглядати як функціональний аналог багатоклітинного організму. [3]

Протягом останніх років опубліковано низку вагомих оглядових статей стосовно

біокомунікації. Вважається що бактерії, стикаючись з екологічними «стресами», формують складні просторові організації-колонії (patterns) як спосіб виживання в несприятливих умовах. [4]

Для того, щоби протистояти екологічним небезпекам, бактерії використовують широкий діапазон кооперативних стратегій. Переконаливо доведено трансформацію бактерій в різні персистентні форми, такі як біоплівки, некультивовані форми, L-форми, колонії «рухливого» морфотипу.

Вирішення питання щодо ролі таких форм бактерій в інфекційному процесі значною мірою пов'язане з доведенням їх потенціальної здатності до персистенції та можливостей виявлення цього феномену в організмі хворої людини.

Феномен персистенції різних форм патогенних бактерій в організмі хворих людей відповідно сучасним уявленням щодо біології збудників призводить до хронізації інфекційного процесу. Такі інфекції можуть бути поділені на дві групи:

1-а група включає інфекції, при яких персистентні форми контамінують обладнання, імплантоване всередині тіла, ендотрахеальні трубки, внутрішньовенні катетери, урологічні катетери, ортопедичне алопластичне обладнання, тощо.

2-а група – це інфекції, при яких персистентні форми не пов'язані з контамінованим обладнанням, а розвиваються в тканинах, м'язах і на метаболічних утвореннях в організмі господаря – наприклад, ниркових або жовчних каменях.

Основною проблемою інфекційної патології, пов'язаною зі здатністю бактерій утворювати персистентні форми, є резистентність бактерій до лікувальних препаратів та імунним системам інфікованого господаря, котра значно перевищує таку у їхніх планктонних родичів, а також здатність до реверсії в бактеріальні форми.

Біоплівки

Установлено, що один із механізмів хронічного інфекційного процесу зв'язаний з утворенням біоплівок (*англ. - biofilm*) – це структурно організовані спільноти мікроор-

ганізмів, які згуртовані всередині полімерного матриксу, синтезованого членами спільноти, та прикріплені до живих або інертних поверхонь. Матрикс – це найважливіший компонент біоплівки, що здатний модулювати доставку до клітин всередині біоплівки поживних речовин і кисню. Це призводить до уповільнення росту та ділення бактерій. Поряд із цим у біоплівках завжди існує невелика популяція клітин, яка отримала назву «персистери» (*persister cells*), або «такі, що дримають» (*dormant*). [5, 6]

Через те, що швидкість росту перистерів надзвичайно повільна чи дорівнює нулю, вони стають толерантними практично до всіх антибіотиків без змін у генетичній структурі. [7, 8] Тому після припинення дії антибіотиків і дисперсії біоплівки клітини перистерів, які збереглися неушкодженими, здатні відновлювати свій інфекційний потенціал і забезпечувати нові раунди створення біоплівок. Прикладом існування в організмі господаря персистентних форм є латентна форма туберкульозу, що підтримується клітинами-персистерами *Mycobacterium tuberculosis*. (за даними ВООЗ, 2019)

У теперішній час отримані докази наявності у перистерів варіантів з генетично обумовленою антибіотико-резистентністю. Це пояснюється або горизонтальним переносом генів резистентності під час тісного контакту бактеріальних клітин різних видів у біоплівках, або мутацією резистентності до антибіотиків. [6, 8]

Висока частота мутацій у біоплівках виявлена у *P. aeruginosa* та *S. aureus* і залежить від більш високого рівня окислювального стресу в біоплівках [9], а зростання частоти горизонтального переносу генів – від підвищення стабільності плазми і мобільних генетичних елементів в умовах існування бактерій у вигляді біоплівки. [10]

Дослідження хронічних інфекцій, обумовлених біоплівками, показало, що виникнення деяких із них пов'язане з використанням імплантованого обладнання – лінз, катетерів, протезів, штучних клапанів серця тощо. [11, 12]

Серед пацієнтів із кистозним фіброзом майже у 80 % розвивається хронічна інфекція легенів. У пацієнтів із хронічними рановими інфекціями близько 60 % випадків пов'язано з утворенням біоплівок. У пацієнтів з ортопедичними алопластичними замінами в 2 % випадків протягом двох років після операції розвиваються хронічні інфекції.

Некультивовані форми бактерій (НФБ)

Некультивовані форми бактерій виявлені в тканинах і органах людини та тварин. Переважно вони відрізняються морфологічно та біологічно. Наприклад збудник туберкульозу в тканинах утворює нетипові кокові форми. Можливо такі клітини є особливими формами переживання, здатними до активації й розмноження. Існування таких форм «у спокої» може пояснити періодичне виникнення рецидивів хвороби у вилікуваних, як здавалося, пацієнтів. Показано, що клітини *M. Tuberculosis* можуть переходити в кокковидний стан, що не дає реплікації, в мікро-аерофільних умовах. Припускається, що вони утворюються в тканинах у відповідь на вплив лікувальних препаратів і, можливо, є індиферентними клітинами, стійкими до дії антибіотиків. Існують припущення, що такі форми можуть бути активовані ...специфічними факторами росту, роль яких вірогідно виконують цитокіни господаря. Корковидні форми також виявлені для *Campylobacter jejuni* та *Helicobacter pylori*. [13]

L-форми бактерій

Доволі часто формою існування мікробних клітин в організмі людини та тварин стає їх трансформація в L-форми, які характеризуються частковою або повною втратою ригідної клітинної стінки. Патогенний ефект, який вони викликають, має довготривалий і статичний характер, подібний до патогенного ефекту, спричиненого бактеріальною формою. L-форми бактерій, персистуючи в організмі під час ремісії, можуть реверсувати в бактеріальну форму з початковим ступенем вірулентності, набуваючи при цьому високу резистентність до антибіотиків та інших агентів, які впливають

на певні ланки біосинтезу клітинної стінки. Реверсія в бактеріальну форму обумовлює генез рецидивів. [14]

На матеріалі від хворих представлено безсумнівний доказ значення персистенції L-форм в патогенезі хронічних процесів індукованих стрептококом групи А, збудником черевного тифу, при якому у 60 – 62 % було виявлено антитіла L-форм збудника у хворих і бактеріоносіїв. При цьому в 8 випадків (у хворих і бактеріоносіїв) титри антитіл склали 1:40, 1:1280. [15] За своєю суттю утворення L-форм патогенів є одним із механізмів персистенції мікроорганізмів в організмі господаря та біологічною основою хронізації інфекційного процесу.

«Рухливий» морфотип

В умовах екологічних небезпек, коли потрібно функціонувати в змінених умовах як в організмі господаря, так і в зовнішньому середовищі, бактерії застосовують різні форми адаптивних реакцій. Зокрема для оптимізації виживання вони змінюють свою колоніальну організацію, створюючи складні структури (*patterns*) і поводяться як багатоклітинні організми. [16] Організація в спільні структури дозволяє бактеріям виконувати складні колективні функції. [17] При цьому змінюються форма, рисунок, макрота мікроструктура колоній. Багато які бактеріальні спільноти здатні активно мігрувати по твердих або напіврідких поверхнях завдяки складній багатоклітинній колективній поведінці.

Для опису спеціальних структурних форм бактеріальних колоній введено поняття «морфотип», що дозволяє класифікувати різні форми організації бактерій. [18, 19] Відомі три основних морфотипи: за розщепленням краю (Т), хіральний (С) та вихор (V).

Існують повідомлення щодо формування рухливого «морфотипу-V» у *E. coli*, *P. aeruginosa*, *P. mirabilis* під впливом H_2O_2 [19]. Є повідомлення щодо формування подібних структур у *S. typhimurium*, *S. typhi*. [20]

Штами *S. typhi* представляють особ-

ливий інтерес як внутрішньоклітинний патоген людини, що спричиняє як гостру, так і хронічну інфекцію з різними проявами захворювання тільки у людини. [20]

Слід відмітити, що 5 – 10 % пацієнтів після перенесеної інфекції черевного тифу можуть залишатися довготривалими носіями. [21] Низкою досліджень показано, що *S. typhi*, виділені з крові, виявляли більш високу рухливість роїв, ніж штами, виділені з фекалій. [22] Рухливість колоній була визначена як інвазивний фактор. [23] До того ж зроблено висновок, що рухливість є важливим бактеріальним фактором, який сприяє колонізації кишківника та ініціює інфікування людини. [20] Автори дійшли висновку, що роїння *S. typhi* може представляти закріплену поведінку. Потім *S. typhi* адаптується та зберігається в жовчному міхурі, де не потрібна висока рухливість, а в подальшому призводить до виходу в сечу та фекалії.

Проведені дослідження виявили відмінності у здатності до поверхневого роїння, тобто рухливості колоній *S. typhi*, виділених тільки з крові. Це дозволило авторам припустити, що гемо- та копро-культури *S. typhi* мають різну фізіологію на стадії інвазивної інфекції (кров) і гострої інфекції (фекалії). Були висловлені припущення, що *S. typhi* здатні проникати в стінку кишківника та реплікуватися всередині макрофагів і інфікованих фагоцитів. [24, 25, 26] Реплікація бактерій всередині макрофагів в печінці та селезінці призводила до виходу патогенів у кровотік. Збудник пізніше вторгається до жовчного міхура і призводить до бактеріального виходу в сечу та фекалії, що сприяє хронізації інфекційного процесу. [27, 28]

Нами вперше мікроорганізми з рухливим морфотипом «V-вихор» колоній виділені з крові хворих, які мали клінічні прояви черевного тифу. Проведені дослідження виявили здатність таких культур до реверсії в *S. typhi*, множинну стійкість до антибіотиків, довгий термін виживання при різних режимах зберігання. Два штами з числа вивчених були виділені з крові хворих у період рецидиву захворювання. [29]

У наших дослідженнях всі штами з «рухливим морфотипом» колоній під час пасирування в м'ясо-пептоновому та жовчному бульйонах в різні терміни (5 – 8 пасажів) відмічено зростання «нерухомих» колоній, які були ідентифіковані як *S. typhi*.

Принципова схожість вивчених гемокультур по морфології колоній, здатних мігрувати на поверхні м'ясо-пептонового агару, за низкою відзнак: антибіотикорезистентність, довготривале виживання при різних температурних режимах, можливість реверсії в *S. typhi* ставить питання щодо природи гемокультур з «рухливим морфотипом» колоній та їхньої ролі в інфекційному процесі.

Таким чином адаптаційні зміни бактерій, такі як утворення біоплівки, перехід до некультивованого стану, L-форми, зміни «морфотипу» колоній є стратегічними процесами, необхідними для підтримання життєздатності патогенів і захисту їх від небажаних факторів оточуючого середовища.

Накопичені останніми десятиріччями факти свідчать про те, що раціональна терапія, лабораторна діагностика та профілактика інфекційних захворювань не можуть в подальшому вдосконалюватися без огляду на формування різних персистентних форм збудників, які забезпечують їм стійкість до різних факторів антиінфекційного захисту, довготривале виживання в організмі хворого, що призводить до хронізації інфекційного процесу, рецидивам і бактеріоносійству.

References/ Література

1. Bukharin O.V. Persistence of bacterial pathogens as a physiological phenomenon. Vestn. Moscow Univ. 16. Biology. 2008; 1: 6-8. // Бухарин О.В. Персистенция бактериальных патогенов как физиологический феномен. Вестн. Моск. ун-та. 16. Биология. 2008; 1: 6-8.
2. Shandala M.G. Basic principles of disinfection and non-specific prevention of chronic infections. Disinfection case. 2007
3. Oleksyn A.V., Botvinko I.V., Tsavkelova E.A. Colonial organization and intercellular communication of microorganisms. Microbiology. 2000; 69 (3): 309-327. // Шандала М.Г. Дезинфектологические основы неспецифической профилактики хронических инфекций. Дезинфекционное дело. 2007;
4. Romanova Yu.M., Alekseeva N.V., Smirnova T.A. etc. Ability to form biofilms in artificial systems in different strains of *Salmonella typhimurium*. Microbiology. 2006; 4: 38-42. // Романова Ю.М., Алексеева Н.В., Смирнова Т.А. и др. Способность к формированию биопленок в искусственных системах у различных штаммов *Salmonella typhimurium*. Микробиология. 2006; 4: 38-42.
5. Lewis K. Persistent cells, dormancy and infectious disease. Nat Rev Microbiol. 2007; 5 (1): 45-48. <https://doi.org/10.1186/s40425-017-0310-x>.
6. Fischer R.A., Gollan B., Helaine S. Persister bacterial infections and persister cells. Nat Rev Microbiol. 2017; 15: 453-464. <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017/42>
7. Keren I, Shan D, Spoering A et al. Specialized persister cells and the mechanism of multidrug tolerance in *Escherichia coli*. J. Bacteriol. 2004; 186(24): 8172-8180. [https://doi.org/10.1016/S0378-1097\(03\)00856-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1097(03)00856-5)
8. Defraigne V, Fauwart M, Michiels J. Fighting bacterial persistence: current and emerging anti-persister strategies and therapeutics. Drug Resist Updat. 2018;98:12-26. Epub 2018 Apr 10. <https://doi.org/10.1016/j.drug.2018.03.002>
9. Lewis K. Multidrug tolerance of biofilm and persister cells. Curr Top Microbiol Immunol. 2008;322:107-131. https://doi.org/10.1007/978-3-540-75418-3_6
10. Cohen NR, Lobritz MA, Collins JJ. Microbial persistence and the road to drug resistance. Cell Host Microbe. 2013;13(6):632-642. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2013.05.009>
11. Costerton JW, Geesey GG, Cheng KJ. How bacteria stick. Sci Am. 1978;238(1):86-95. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0178-86>
12. Hall MR, Mc Gillicuddy E, Kaplan LJ. Biofilm: basic principles, pathophysiology and implications for clinicians. Surg Infect (Larchmt.). 2014;15(1):1-7. Epub 2014 Jan 29. <https://doi.org/10.1089/sur.2012.129>
13. Georgian V.D. Communicative signals of bacteria. Antibiotics and chemotherapy. 2003;48(10):32-39 // Грузина В.Д. Коммуникативные сигналы бактерий. Антибиотики и химиотерапия. 2003;48(10):32-39.
14. Morozova Neli S. Theoretical background disinfectology prevention of healthcare-associated infections, from the point of microbial communication. «Pest species management. Proceedings of the 11nd Euroasian Pest Management Conference, EAPMC-2016. Moscow, Russia, September 5-7, 2016. Institute of Pest Management. Moscow, 2016. P.211-214.
15. Ben-Jacob E, Genenbaum A, Schochet O, et al.

- Holotransformation of bacterial colonies and genome cybernetics. *Physica A Statistical Mechanics and its Applications*. 1994; 202(1-2): 1-47.
16. Gloag ES, Turnbull L, Whitchurch CB. Bacterial stigmergy: an organizing principle of multicellular collective behaviours of bacteria. *Scientifica* (Cairo). 2015, article ID 387342.
17. Fuqua C., Winans S.C., Greenberg E.P. Census and consensus in bacterial ecosystems: the LuxR-LuxI family of quorum-sensing transcriptional regulators. *Ann. Rev. Microbiol.* 1996; 50: 727-751.
18. Kaiser D., Losick R. How and why bacteria talk to each. *Cell*. 1993.73. p. 873-887.
19. Chai LC, Kong BH, Elemfareji OI, et al. Variable carbon catabolism among *Salmonella enterica* serovar Typhi isolates. *PLoS ONE*.2012; 7(5): e36201. doi:10.1371/journal.pone.0036201. [PMC free article][PubMed][Cross Ref]
20. Liu SL, Ezaki T, Miura H et al. Intact motility as a *Salmonella* Typhi invasion-related factor. *Infect Immun*. 1988; 56(8):1967-1973.
21. Chelvam KK, Chai LC, Thong KL. Variations in motility and biofilm formation of *Salmonella enterica* serovar Typhi. *Gut Pathog*. 2014; 6(2). doi:10.1186/1757-4749-6-2.
22. Sheppard M, Webb C, Heath F, et al. Dynamics of bacterial growth and distribution within the liver during *Salmonella* infection. *Cell Microbiol*. 2003; 5(9):593-600.
23. Richter-Dahlfors A, Buchan AMJ, Finlay BB. Murine salmonellosis studied by confocal microscopy: *Salmonella Typhimurium* resides intracellularly inside macrophages and exerts a cytotoxic effect on phagocytes in vivo. *J Exp Med*. 1997; 186(4):569-580.
24. Vazquez-Torres A, Jones-Carson J, Dümmler AJ, et al. Extraintestinal dissemination of *Salmonella* by CD-18-expressing phagocytes. *Nature*. 1999; 401(6755):804-808.
25. Митоз-Елнас EJ, McKinney JD. Carbon metabolism of intracellular bacteria. *Cell Microbiol*. 2006; 8(1):10-22.
26. Monack DM, Mueller A, Falkow S. Persistent bacterial infections: the interface of the pathogen and the host immune system. *Nat Rev Microbiol*. 2004; 2(9):747-765.
27. Morozova N.S., Lyakh S.I., Korobkova I.V., et al. Bacterial stigmergy in the problem of infectious diseases. *Actual problems of transport medicine*. 2024; 4(78): 39-46. //Морозова Н.С., Лях С.І., Коробкова І.В., т.ін. Бактеріальна стигмергія в проблемі інфекційних хвороб. *Актуальні проблеми транспортної медицини*. 2024; 4(78): 39-46. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14539138>.

*Вперше надійшла до редакції 07.05.2025 р.
Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування*

УДК 628.162: 613.34.: 502.65+546.134

DOI:<https://zenodo.org/records/17219029>

ДЕЯКІ СУТТЄВІ ПИТАННЯ СУЧАСНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ

**Бабієнко В.В.¹, Валькевич Д.В.¹, Мокієнко А.В.², Шанигін А.В.¹,
Красікова Д.Р.¹**

¹Одеський національний медичний університет

²Національний університет «Острозька академія»

mokienkoav56@gmail.com

SOME ESSENTIAL ISSUES OF MODERN RURAL WATER SUPPLY

**Babienko V.V.¹, Valkevich D.V.¹, Mokienko A.V.², Shanyhin A.V.¹,
Krasikova D.R.¹**

¹Odessa National Medical University

²Ostroh Academy National University

mokienkoav56@gmail.com

Summary/Резюме

Relevance. Water is the basis of sustainable development and is indispensable for socio-economic progress, food and energy production, ecosystem health and the very survival of humanity. Currently, a quarter of the world's population, living in 17 countries, faces an extremely

ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT MEDICINE:

environment; occupational health; pathology

SCIENTIFIC JOURNAL

Founders: Ukrainian Research Institute of Transport Medicine of the Ministry of Health of Ukraine and O.V. Bogatsky Institute of Physics and Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine



№ 3 (81), 2025 г.

| Зміст: | | Content: |
|--|-----------|---|
| Наші привітання | | Our Congratulations! |
| СЛОВО РЕДАКЦІЇ: 20 РОКІВ НА ВАРТІ ЗДОРОВ'Я ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ | 7 | EDITORIAL NOTE: 20 YEARS IN GUARD OF THE HEALTH OF THE TRANSPORT INDUSTRY |
| ПРИВІТАННЯ УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВОГО ТОВАРИСТВА ПАТОФІЗІОЛОГІВ | 9 | WELCOME FROM THE UKRAINIAN SCIENTIFIC SOCIETY OF PATHOPHYSIOLOGISTS |
| ВІТАЄМО ДП «УКРНДІ МЕДИЦИНИ ТРАНСПОРТУ МОЗ УКРАЇНИ» З 50-РІЧЧЯМ | 10 | CONGRATULATIONS TO THE SE "UKRRI FOR MEDICINE OF TRANSPORT OF MoH UKRAINE" ON 50TH ANNIVERSARY |
| Проблемні статті | 12 | Problem Articles |
| ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОФІЛАКТИКИ ПРОФЕСІЙНО ОБУМОВЛЕНИХ ПАТОЛОГІЙ У ПРАЦІВНИКІВ ТРАНСПОРТУ — <i>Гоженко А.І., Бадюк Н.С., Павлега Г.Є., Гоженко О. А.</i> | 12 | THEORETICAL FOUNDATIONS OF PREVENTION OF OCCUPATIONAL PATHOLOGIES IN TRANSPORT WORKERS — <i>Gozhenko A.I., Badiuk N.S., Pavlega H.Ye., Gozhenko O.A.</i> |
| КОНЦЕПЦІЯ ЗДОРОВ'Я У КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ МОДЕЛЕЙ БІОКЕРУВАННЯ — <i>Головенко М.Я.</i> | 17 | THE CONCEPT OF HEALTH IN THE CONTEXT OF MODERN BIOCONTROL MODELS — <i>Golovenko M.Ya.</i> |
| THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN BURN CARE — <i>Znamerovskyi S., Aliksieieva O., Savytskyi I.</i> | 34 | РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЛІКУВАННІ ОПІКІВ — <i>Знамеровський С., Алексеева О., Савицький І.</i> |
| Оглядові статті | 41 | Review Articles |
| БІОМАРКЕРИ ЯК КЛЮЧ ДО РОЗУМІННЯ НЕСТАБІЛЬНОГО АТЕРОСКЛЕРОЗУ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД — <i>Кузьменко Л.А., Галіч В.-С.М.</i> | 41 | BIOMARKERS AS A KEY TO UNDERSTANDING UNSTABLE ATHEROSCLEROSIS: AN ANALYTICAL REVIEW — <i>Kuzmenko L.A., Galich V.-S.M.</i> |
| ПОТЕНЦІЙНА РОЛЬ ЛІТІУ В ЛІКУВАННІ ПОСТТРАВМАТИЧНИХ РОЗЛАДІВ (ОГЛЯД) — <i>Пухтєєва О.Г., Большой Д.В., Пухтєєва О.Д.</i> | 51 | POTENTIAL ROLE OF LITHIUM IN THE TREATMENT OF POST-TRAUMATIC DISORDERS (REVIEW) — <i>Pykhtieieva O.G., Bolshoy D.V., Pykhtieieva O.D.</i> |
| Клінічні аспекти медицини транспорту | 61 | Clinical Aspects of Transport Medicine |
| КОРЕКЦІЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ЯКОСТІ ЖИТТЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТА ЕКСКРЕТОРНОЮ НЕДОСТАТНІСТЮ ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ — <i>Шевченко Н.О., Медвідь І.І., Бабінець Л.С.</i> | 61 | CORRECTION OF THE PSYCHOLOGICAL COMPONENT OF THE QUALITY OF LIFE OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS AND PANCREATIC EXCRETORY INSUFFICIENCY — <i>Shevchenko N.O., Medvid I.I., Babinets L.S.</i> |

| Зміст: | | Content: |
|---|------------|---|
| АНАЛІЗ ФАКТОРІВ РИЗИКУ УСКЛАДНЕНЬ РАДИКАЛЬНОГО ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ ІЗ ЛОКАЛЬНИМ ТА МІСЦЕВО РОЗПОВСЮДЖЕНИМ РАКОМ ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ — <i>Шамрайєв С.М., Кондратенко А.П.</i> | 68 | ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR COMPLICATIONS OF RADICAL SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH LOCAL AND LOCALLY ADVANCED PROSTATE CANCER — <i>Shamrayev S.M., Kondratenko A.P.</i> |
| ВПЛИВ ПРОВЕДЕНОЇ В АНАМНЕЗІ САЛЬПІНГЕКТОМІЇ НА ОВАРІАЛЬНИЙ РЕЗЕРВ ЯЄЧНИКІВ БЕЗПЛІДНИХ ПАЦІЄНТОК ЦИКЛІВ ЕКСТРАКОРПОРА- ЛЬНОГО ЗАПЛІДНЕННЯ — <i>Носенко О. М., Варабіна А. О.</i> | 80 | INFLUENCE OF A HISTORY OF SALPINGECTOMY ON THE OVARIAN RESERVE OF INFERTILE PATIENTS OF IN VITRO FERTILIZATION CYCLES — <i>Nosenko O.M., Varabina A.O.</i> |
| ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ ТЕРМІЧНОЇ ТРАВМИ ТА ПАТОГЕНЕЗ ОПІКОВОЇ ТРАВМИ: УЗАГАЛЬНЕННЯ ДАНИХ ЛІТЕРАТУРИ ТА ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ — <i>Чулак Ю.Л., Чулак О. Л.</i> | 88 | FEATURES OF THE COURSE OF THERMAL INJURY AND PATHOGENESIS OF BURN INJURY: SUMMARIZATION OF DATA FROM THE LITERATURE AND OWN RESEARCH — <i>Chulak Yu.L., Chulak O.L.</i> |
| РИЗИК РОЗВИТКУ МЕТАБОЛІЧНОГО АЦИДОЗУ В ПАЦІЄНТІВ ГЕРІАТРИЧНОЇ ГРУПИ ПІСЛЯ ФОРМУВАННЯ АРТИФІЦІЙНОГО СЕЧОВОГО МІХУРА — <i>Савчук Р.В.</i> | 98 | RISK OF METABOLIC ACIDOSIS DEVELOPMENT IN GERIATRIC PATIENTS AFTER ARTIFICIAL URINARY BLADDER FORMATION — <i>Savchuk R.V.</i> |
| ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ПІДХОДУ ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ ВОГНЕПАЛЬНИХ ДЕФЕКТІВ М'ЯКИХ ТКАНИН КІНЦІВОК ТА ПЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХНІ ГРУДНОЇ КЛІТКИ — <i>Тертишний С.В.</i> | 102 | GENERAL CONCEPT OF A MULTIMODAL APPROACH TO RECONSTRUCTION OF GUNSHOT DEFECTS OF SOFT TISSUE OF THE LIMBS AND THE PREPARAL SURFACE OF THE CHEST — <i>Tertyshnyi S.V.</i> |
| РОЛЬ ПРЕНАТАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ У ВИЯВЛЕННІ ТА ПРОГНОЗУВАННІ ВРОДЖЕНИХ ХІРУРГІЧНИХ ПАТОЛОГІЙ ЧЕРЕВНОЇ ПОРОЖНИНИ — <i>Крицький І.О., Іскра О.О., Хлібовська О.І., Дживак В.Г., Левенець С.С.</i> | 108 | THE ROLE OF PRENATAL DIAGNOSTICS IN THE DETECTION AND PROGNOSIS OF CONGENITAL SURGICAL PATHOLOGIES OF THE ABDOMINAL CAVITY — <i>Krytsky I.O., Iskra O.O., Khlbovska O.I., Dzhyvak V.H., Levenets S.S.</i> |
| ДООПЕРАЦІЙНА ПІДГОТОВКА ЖІНОК: РОЛЬ ЕМОЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ ТА ГОРМОНАЛЬНОЇ КОРЕКЦІЇ У ПРОФІЛАКТИЦІ ФОРМУВАННЯ ПІСЛЯОПЕРАЦІЙНИХ РУБЦІВ — <i>Бєбіх О. Р., Іванько О.В.</i> | 118 | PREOPERATIVE TRAINING OF WOMEN: THE ROLE OF EMOTIONAL, PSYCHOLOGICAL AND HORMONAL CORRECTION IN THE PREVENTION OF THE FORMATION OF POSTOPERATIVE SCARS — <i>Bebykh O.R., Ivanko O.V.</i> |
| Експериментальні дослідження | 126 | The Experimental Researches |
| ВПЛИВ КАРДІОВАЗОНЕФРОПАТОГЕННОЇ ПОЛУСИНТЕТИЧНОЇ ДІЄТИ В ПОЄДНАННІ ІЗ СТРЕСОМ НА СТАН МЕТАБОЛІЗМУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ТВАРИН — <i>Білоклицька Г.Ф., Степаненко Я.О., Новицька І.К., Третьякова О.В.</i> | 126 | THE EFFECT OF A CARDIONEPHROPATHOGENIC SEMI- SYNTHETIC DIET IN COMBINATION WITH STRESS ON THE METABOLISM OF EXPERIMENTAL ANIMALS — <i>Biloklytska G.F., Stepanenko Ya.O., Novytska I.K., Tretiakova O.V.</i> |

| Зміст: | | Content: |
|---|------------|---|
| ЗАПАЛЬНИЙ КОМПОНЕНТ В МЕХАНІЗМІ ФОРМУВАННЯ ДОБРОЯКІСНОЇ ГІПЕРПЛАЗІЇ ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ — <i>Люлько С. В., Савицький І. В., Єрмоменко Р.Ф.</i> | 134 | INFLAMMATORY COMPONENT IN THE MECHANISM OF FORMATION OF BENIGN PROSTATE HYPERPLASIA — <i>Lul'ko S.V., Savytskyi I.V., Yeromenko R.F.</i> |
| ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ НА ВМІСТ НЕОБХІДНИХ МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У СИРОВАТЦІ КРОВІ ТА ПІДШЛУНКОВІЙ ЗАЛОЗИ САМОК ЩУРІВ ТА ЇХНЬОГО ПОТОМСТВА — <i>Павлова О.О., Сіренко В.А.</i> | 139 | THE INFLUENCE OF CHRONIC STRESS ON THE CONTENT OF ESSENTIAL MACRO- AND MICRO-ELEMENTS IN THE BLOOD SERUM AND PANCREAS OF FEMALE RATS AND THEIR OFFSPRING — <i>Pavlova O.O., Sirenko V.A.</i> |
| Питання психофізіології | 147 | The Psychophysiology Questions |
| ОСОБЛИВОСТІ СПІЛКУВАННЯ У ДІТЕЙ ІЗ РОЗЛАДАМИ АУТИСТИЧНОГО СПЕКТРУ — <i>Донець О.Ю., Опря Є.В., Белогрудова К.К., Фучеджі В.Д., Морванюк Г.В., Пєнова І.К.</i> | 147 | COMMUNICATION FEATURES IN CHILDREN WITH AUTISTIC SPECTRUM DISORDERS — <i>Donets O.Yu., Oprya Ye.V., Bielohrudova K.K., Fuchedzhi V.D., Morvaniuk H.V., Pienova I.K.</i> |
| Гігієна та профілактична медицина | 156 | Hygiene and Preventive Medicine |
| ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ НА МОРСЬКИХ СУДНАХ — <i>Мокієнко А.В., Андрейцова Н.І.</i> | 156 | HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER SUPPLY SYSTEMS ON SEA VESSELS — <i>Mokienko A.V., Andreitsova N.I.</i> |
| МІКРОБІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ХРОНІЗАЦІЇ ІНФЕКЦІЙ — <i>Морозова Н.С., Марієвський В.Ф., Коробкова І.В., Головчак Г.С., Попов О.О.</i> | 164 | MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF SUBSTANTIATION OF THE PROCESS OF CHRONIZATION OF INFECTIONS — <i>Morozova N.S., Marievsky V.F., Korobkova I.V., Golovchak G.S., Popov O.O.</i> |
| ДЕЯКІ СУТТЄВІ ПИТАННЯ СУЧАСНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕННЯ — <i>Бабієнко В.В., Валькевич Д.В., Мокієнко А.В., Шанигін А.В., Красікова Д.Р.</i> | 169 | SOME ESSENTIAL ISSUES OF MODERN RURAL WATER SUPPLY — <i>Babienko V.V., Valkevich D.V., Mokienko A.V., Shanyhin A.V., Krasikova D.R.</i> |
| Правила для авторів | 175 | Rules for authors |