

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

INTERMEDICAL JOURNAL

Випуск 2



Видавничий дім
«Гельветика»
2026

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа:
Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 3299 від 05.12.2024 року.
Ідентифікатор медіа: R30-04737.

Суб'єкт у сфері друкованих медіа – Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»
(вул. Підгірна, буд. 46, м. Ужгород Закарпатської обл., 88000, official@uzhnu.edu.ua, тел. (031) 223 31 38).

Фахова реєстрація (категорія «Б»): Наказ МОН України № 1309 від 25 жовтня 2023 року (додаток 4)

Мови публікацій: українська, словацька, англійська.

«Intermedical Journal» є міжнародним медичним виданням, проблематикою якого є висвітлення сучасних досягнень стоматології та біології, а також актуальних питань громадського здоров'я. Журнал публікує оригінальні статті про проведені клінічні, клініко-експериментальні і фундаментальні наукові дослідження, огляди, описи складних клінічних випадків.

Засновники:
Ужгородський національний університет, Університет імені Павла Йозефа Шафарика в Кошицях,
ГО «Асоціація судової стоматології в Україні», Університетська стоматологічна поліклініка УжНУ.

Виходить чотири рази на рік.

Журнал видається з 2013 року

Головний редактор:

Костенко Євген Якович – доктор медичних наук, професор,
Директор навчально-наукового інституту стоматології та лабораторної медицини,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Заступник головного редактора:

Клітинська Оксана Василівна – доктор медичних наук, професор,
професор кафедри стоматології післядипломної освіти, ДВНЗ «Ужгородський
національний університет», Україна

Члени редколегії:

Андрусишина Ірина Миколаївна, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач сектору з вивчення мікроелементів відділу гігієнічних досліджень та нормування факторів виробничого середовища, ДУ «Інститут медицини праці імені Ю.І. Кундієва Національної академії медичних наук України», Україна

Брич Валерія Володимирівна, доктор медичних наук, професор, в.о. завідувача кафедри наук про здоров'я, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Воронкова Ольга Сергіївна, доктор біологічних наук, професор, професор кафедри загальної медицини з курсом фізичної терапії, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Україна

Гасюк Наталія Володимирівна, доктор медичних наук, професор, професор кафедри терапевтичної стоматології, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, Україна

Гончарук-Хомин Мирослав Юрійович, доктор філософії зі спеціальності «Стоматологія», доцент, доцент кафедри терапевтичної стоматології, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Горзов Людмила Федорівна, кандидат медичних наук, доцент, асистент кафедри дентальної гігієни, Словацький медичний університет, Словацька Республіка

Джупа Петер, кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри дентальної гігієни, Словацький медичний університет, Словацька Республіка

Діанішкова Сімона, доктор філософії зі спеціальності «Стоматологія», доцент, завідувач кафедри ортодонції, Словацький медичний університет, Словацька Республіка

Ковач Глона Василівна, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри дитячої стоматології, Дніпровський державний медичний університет, Україна

Костенко Світлана Борисівна, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри ортопедичної стоматології, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Кривцова Марина Валеріївна, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри клініко-лабораторної та морфофункціональної діагностики, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Кузняк Наталія Богданівна, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії, Буковинський державний медичний університет, Україна

Миролюк Іван Святославович, доктор медичних наук, професор, професор кафедри наук про здоров'я, проректор з наукової роботи, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Мочалов Юрій Олександрович, доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Півень Оксана Олександрівна, доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу генетики людини, Інститут молекулярної біології та генетики Національної академії наук України, Україна

Прокопів Марія Мирославівна, доктор медичних наук, професор, завідувачка кафедри неврології, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Україна

Слабкий Геннадій Олексійович, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри громадського здоров'я, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Соколова Ірина Іванівна, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри стоматології, Харківський національний медичний університет, Україна

Тимошок Наталія Олександрівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу інтерферону та імунomodляторів, Інститут мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного, Україна

Уюд Олександр Анатолійович, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри стоматології, Донецький національний медичний університет, Україна

Фейса Сніжана Василівна, кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри терапії та сімейної медицини Навчально-наукового інституту післядипломної освіти та доуніверситетської підготовки, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна

Чобої Юдіт, PhD, доцент, доцент Інституту інженерії та аграрних наук, Ниредьгазський університет, Угорщина

Явуз Ясемін, доктор філософії, доцент, доцент кафедри терапевтичної стоматології, Університет Харран, Туреччина

Рекомендовано до друку Вченою радою Ужгородського національного університету,
протокол № 8 від 28.05.2026

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Офіційний сайт видання: journals.uzhnu.uz.ua/index.php/intermedical

ISSN 2786-7676 (Print)
ISSN 2786-7684 (Online)

© Ужгородський національний університет, 2026
© Університет імені Павла Йозефа Шафарика в Кошицях, 2026
© ГО «Асоціація судової стоматології в Україні», 2026
© Університетська стоматологічна поліклініка УжНУ, 2026

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
STATE UNIVERSITY “UZHHOROD NATIONAL UNIVERSITY”

INTERMEDICAL JOURNAL

Issue 2



Publishing House
“Helvetica”
2026

Registration of Print media entity:
Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine No. 3299 as of 05.12.2024.
Media ID: R30-04737.

Media entity – State University “Uzhhorod National University” (88000, Pidhirna Str., 46, Uzhhorod, Transcarpathian region, official@uzhnu.edu.ua, tel. (031) 223 31 38).

Professional registration (category «B»): Decree of MES No. 1309 (Annex 4) dated October 25, 2023

Language of publication: Ukrainian, Slovak, English.

“Intermedical Journal” is an international medical publication, the issue of which is the coverage of modern achievements in dentistry and biology, as well as topical issues of public health.
The journal publishes original articles on conducted clinical, clinical-experimental and fundamental scientific research, reviews, descriptions of complex clinical cases.

Founders:
Uzhhorod National University, Pavol Jozef Šafárik University,
NGO “Association of Forensic Dentistry in Ukraine”, University Dental Polyclinic of UzhNU.

Frequency: quarterly
The journal has been published since 2013

Editor in Chief: **Kostenko Yevhen Yakovych**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Educational and Scientific Institute of Dentistry and Laboratory Medicine, Uzhhorod National University, Ukraine

Deputy Editor-in-Chief: **Klitynska Oksana Vasylivna**, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Dentistry of Postgraduate Education, Uzhhorod National University, Ukraine

Members of Editorial Board:

Andrusyshyna Iryna Mykolaivna, Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Head of the Sector for the Study of Microelementosis of the Department of Hygienic Research and Standardization of Production Environment Factors, State Institution «Kundiiev Institute of Occupational Health of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Ukraine

Brych Valeriia Volodymyrivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Acting Head of the Department of Health Sciences, Uzhhorod National University, Ukraine

Voronkova Olha Serhiivna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of General Medicine with a Course of Physical Therapy, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine

Hasiuk Nataliia Volodymyrivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ukraine

Honcharuk-Khomyn Myroslav Yuriiovych, PhD in the Specialty “Dentistry”, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Therapeutic Dentistry, Uzhhorod National University, Ukraine

Horzov Liudmyla Fedorivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Assistant of the Department of Dental Hygiene, Slovak Medical University, Slovak Republic

Dzupa Peter, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Oral Hygiene, Slovak Medical University, Slovak Republic

Dianiskova Simona, PhD, Associate Professor, Head of the Department of Orthodontics, Slovak Medical University, Slovak Republic

Kovach Ilona Vasylivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, Dnipro State Medical University, Ukraine

Kostenko Svitlana Borysivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, Uzhhorod National University, Ukraine

Kryvtsova Maryna Valeriivna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University, Ukraine

Kuzniak Nataliia Bohdanivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Surgical Dentistry and Maxillofacial Surgery, Bukovinian State Medical University, Ukraine

Myroniuk Ivan Sviatoslavovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Health Sciences, Vice-Rector for Scientific Work, Uzhhorod National University, Ukraine

Mochalov Yurii Oleksandrovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Surgical Dentistry and Clinical Disciplines, Uzhhorod National University, Ukraine

Piven Oksana Oleksandrivna, Doctor of Biological Sciences, Senior Staff Scientist, Leading Researcher of the Department of Human Genetics, Institute of Molecular Biology and Genetics of National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Prokopiv Mariia Myroslavivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Neurology, Bogomolets National Medical University, Ukraine

Slabkyi Gennadiy Oleksiiiovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Public Health, Uzhhorod National University, Ukraine

Sokolova Iryna Ivanivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Dentistry, Kharkiv National Medical University, Ukraine

Tymoshok Nataliia Oleksandrivna, Candidate of Biological Sciences, Senior Staff Scientist, Senior Staff Scientist of Department of Problems of Interferon and Immunomodulators, D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Ukraine, Ukraine

Udod Oleksandr Anatoliiovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Dentistry, Donetsk National Medical University, Ukraine

Feisa Snizhana Vasylivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Therapy and Family Medicine Department, Institute of Postgraduate Education and Pre-University Training, Uzhhorod National University, Ukraine

Csabai Judit, PhD, Associate Professor, Associate Professor of Institute of Engineering and Agricultural Sciences, University of Nyiregyhaza, Hungary

Yavuz Yasemin, PhD, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Restorative Dentistry, Harran University, Turkey

Recommended for publishing by the Academic Council of Uzhhorod National University,
minutes No. 8 May 28 2026

The articles were checked for plagiarism using the software
StrikePlagiarism.com developed by the Polish company Plagiat.pl.

Official website of the journal: journals.uzhnu.uz.ua/index.php/intermedical

ISSN 2786-7676 (Print)
ISSN 2786-7684 (Online)

© Uzhhorod National University, 2026
© Pavol Jozef Šafárik University, 2026
© NGO “Association of Forensic Dentistry in Ukraine”, 2026
© University Dental Polyclinic of UzhNU, 2026

Гончарук-Хомин Мирослав Юрійович,
*PhD, доцент, доцент кафедри терапевтичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-7482-3881
м. Ужгород, Україна*

Богдан Олена Михайлівна,
*старший викладач кафедри терапевтичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0003-0586-2155
м. Ужгород, Україна*

ОЦІНКА ВІТАЛЬНОСТІ ПУЛЬПИ В УМОВАХ СУМІЖНИХ ПАРОДОНТАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ: ПРОБЛЕМАТИКА ТА ПРОПОЗИЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вступ. Наразі лише окремі дослідження висвітлюють можливості застосування методу пульсоксиметрії для оцінки вітальності зубів в умовах суміжно наявних патологій пародонту, а також специфічно у випадках ендо-пародонтальних патологій, і уточнення даних можливостей, а також розробка пропозицій для вдосконалення даного методу у вищезазначених клінічних умовах є аргументовано-релевантним завданням сучасної стоматологічної практики.

Мета дослідження. Проаналізувати проблематику сучасних методів оцінки вітальності пульпи в умовах наявної суміжної патології пародонту, систематизувати існуючі підходи щодо їх оптимізації та розробити технічну пропозицію вдосконалення з використанням можливостей сучасних цифрових технологій.

Матеріали та методи. Проведене дослідження носило теоретико-аналітичний та інженерно-концептуальний характер і базувалося на системному узагальненні сучасних літературних даних щодо методів оцінки вітальності пульпи зуба в умовах супутньої патології пародонту, а також на аналізі та інтерпретації сучасних технологічних рішень у сфері біофотоніки та цифрової стоматології орієнтованих на оцінку вітальності пульпи. На основі проведеного аналізу було сформульовано методологічно-технічно-обґрунтовану концепцію інтегрованої оптико-діагностичної системи, як пропозиції вдосконалення методу оцінки вітальності пульпи з використанням сучасних цифрових технологій.

Результати досліджень та їх обговорення. Фактори, котрі обмежують широке використання пульсоксиметрії в клінічній стоматологічній практиці включають: 1) потребу розробки універсального дизайну адаптивного датчика в умовах варіативної конфігурації зубів різної топографічної приналежності; 2) потребу оптимізації потужності та стабільності світлового потоку з урахуванням ефекту розсіювання через товщу твердих тканин зубів (мінімізація ефектів дифракції та розсіювання); 3) вплив зовнішнього освітлення на результуючі показники пульсоксиметрії. У відповідь на виявлені обмеження запропоновано інженерно обґрунтовану концепцію інтеграції пульсоксиметричного сенсорного модуля в конструкцію інтраорального сканера з формуванням єдиної оптико-діагностичної системи. Інтеграція оптичних можливостей інтраорального сканера, зокрема використання ближнього інфрачервоного спектру, із пульсоксиметричним принципом реєстрації фотоплетизмографічного сигналу дозволяє підвищити ефективність проходження світла крізь тверді тканини зуба та покращити умови детекції пульсаційної компоненти сигналу.

Висновки. Встановлено, що, незважаючи на високий потенціал пульсоксиметрії як об'єктивного методу оцінки вітальності пульпи, її клінічне застосування обмежується низкою факторів, серед яких ключовими є відсутність спеціалізованих стоматологічних сенсорів, вплив розсіювання світла в твердих тканинах зуба, варіабельність анатомічних умов та відсутність стандартизованих діагностичних порогів. У відповідь на виявлені обмеження запропоновано інженерно обґрунтовану концепцію інтеграції пульсоксиметричного модуля з інтраоральним сканером, що дозволяє оптимізувати умови оптичного зондування, підвищити ефективність фотонного транспорту та покращити відношення параметрів сигнал / шум.

Ключові слова: ендодонтія, пародонтологія, ендо-пародонтальні ураження, зуб, пульпа, пародонт, пародонтит, діагностика, вітальний стан пульпи, інтраоральний скан, пульсоксиметрія.

© Гончарук-Хомин М. Ю., Богдан О. М., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

ASSESSMENT OF PULP VITALITY IN THE PRESENCE OF CONCOMITANT PERIODONTAL LESIONS: CHALLENGES AND PROPOSAL FOR IMPROVEMENT USING MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES

Introduction. Currently, only a limited number of studies address the potential application of pulse oximetry for assessing tooth vitality in the presence of concomitant periodontal pathologies, particularly in endo-periodontal lesions. Therefore, further clarification of these possibilities, as well as the development of proposals to improve this method under such clinical conditions, represents a relevant and justified task in modern dental practice.

Objective of the research. To analyze the limitations of current methods for assessing pulp vitality in the presence of concomitant periodontal pathology, to systematize existing approaches for their optimization, and to develop a technically grounded proposal for improvement using modern digital technologies.

Materials and methods. Study had a theoretical-analytical and engineering-conceptual design and was based on a comprehensive review of contemporary literature regarding methods for assessing pulp vitality in the presence of periodontal pathology, as well as on the analysis and interpretation of current technological solutions in biophotonics and digital dentistry. Based on this analysis, a methodologically and technically substantiated concept of an integrated opto-diagnostic system was proposed as an approach to improve pulp vitality assessment using modern digital technologies.

Results and discussions. The factors limiting the widespread clinical application of pulse oximetry in dentistry include: 1) the need to develop a universal adaptive sensor design compatible with the variable morphology of teeth; 2) the need to optimize the power and stability of the light flux considering scattering effects within dental hard tissues (including diffraction and light dispersion); 3) influence of ambient light on measurement outcomes. In response to these limitations, an engineering-based concept of integrating a pulse oximetry sensor module into an intraoral scanner was proposed, forming a unified opto-diagnostic system. The integration of optical capabilities of intraoral scanners, particularly the use of the near-infrared spectrum, with the pulse oximetry principle of photoplethysmographic signal detection enhances light transmission through dental hard tissues and improves the detection of the pulsatile component of the signal.

Conclusions. Despite the high potential of pulse oximetry as an objective method for assessing pulp vitality, its clinical application is limited by several factors, including the lack of specialized dental sensors, light scattering in hard tissues, anatomical variability, and the absence of standardized diagnostic thresholds. In response, a concept of integrating a pulse oximetry module with an intraoral scanner is proposed, which may optimize optical probing conditions, improve photon transport efficiency, and enhance the signal-to-noise ratio.

Key words: endodontics, periodontology, endo-periodontal lesions, tooth, pulp, periodontium, periodontitis, diagnosis, pulp vitality, intraoral scanning, pulse oximetry.

Вступ. У випадках комбінованих уражень пульпи та пародонту коректна діагностика стану пульпи визначає тактику стоматологічного лікування, обґрунтовуючи потребу в реалізації чи відтермінуванні проведення ендодонтичних маніпуляцій по відношенню до цільових пародонтологічних втручань в структурі послідовності комплексу терапевтичних заходів [1, 2]. Водночас методи, котрі згідно інтерпретації лікарів застосовуються в реальних клінічних умовах для перевірки вітальності зуба, по факту дозволяють оцінити рівень відповіді на подразник, що по суті відображає функціональний стан нервового волокна, а не рівень перфузії в структурі пульпи [3, 4]. З іншої сторони, навіть застосовуючи тести на перевірку чутливості, які опосередковано дозволяють оцінити стан функціонування в структурі пульпи ланцюга передачі нервового імпульсу, такі не завжди характеризуються належним рівнем точності, як адекватного співвідношення рівнів чутливості та специфічності, для достатньо вірогідної диференціації випадків вітального та девітального станів пульпи в клінічних умовах наявності супутньої патології пародонту [5, 6]. З однієї сторони це може бути пояснено тим, що показники тестів на чутливість недостатньо корелюють із показниками тестів на вітальність в умовах пародонтологічних порушень, до прикладу у роботі Giovanella L. було продемонстровано, що коефіцієнт кореляції між вищезазначеними параметрами у формі відповіді на холодний подразник

та зареєстрованим рівнем сатурації складав лише 0,3, хоча такий результат може бути обґрунтований адаптивними змінами пульпи на подразнення зі сторони пародонту [7]. З іншої сторони на рівні експресії окремих запальних біомаркерів у дослідженні Louzada L. та колег було відмічено, що профіль таких в умовах симптоматичного незворотного пульпіту та вітального стану пульпи, однак на фоні резистентної до лікування патології пародонту з глибиною кишень в понад 6 мм, статистично не відрізняється, що частково може бути відповідальним за ефект «розмивання» клінічної картини ураження, асоційованої із запальними змінами, та провокувати варіації діагностичних показників в ході тестування [8]. Виходячи з цього, можна резюмувати, що тести на перевірку чутливості пульпи попри те, що забезпечують достатній клінічно-орієнтований рівень точності диференціації випадків вітального та девітального стану пульпи в звичайних клінічних умовах, характеризуються зниженням показника діагностичної точності при наявності супутньої патології пародонту. В той же час діагностичні тести, котрі орієнтовані на оцінку перфузії в структурі пульпи та об'єктивізацію рівня сатурації кисню, за даними літератури можна інтерпретувати у якості референтного підходу до верифікації вітального стану [5].

Лазерна доплерівська флоуметрія як метод оцінки вітальності продемонстрував стабільність високих показників чутливості та специфічності діагностики

при різних клінічних сценаріях. В порівнянні із ним метод пульсоксиметрії характеризувався певною варіацією показників при різних вихідних умовах [5]. З іншої сторони лазерна доплерівська флоуметрія має ряд недоліків порівняно з пульсоксиметрією: вона менш специфічна до кровотоку саме в пульпі, оскільки сигнал може спотворюватися кровопостачанням з навколишніх тканин, є дуже чутливою до рухів пацієнта та положення датчика, що ускладнює отримання стабільних результатів, потребує відповідних знань для інтерпретації результатів через комплексний характер отриманих сигналів, а також є дорожчою та менш зручною для впровадження у повсякденну клінічну практику [5].

Результати систематичного огляду Gupta D. та колеги засвідчили, що метод пульсоксиметрії є одним з найбільш надійних діагностичних підходів до оцінки вітальності пульпи з усередненим рівнем чутливості в 95% та специфічності в 99% [9]. Мета-аналітичне дослідження Patro S. та колеги підтвердило високі діагностичні можливості пульсоксиметрії у диференціації вітального та девітального станів пульпи [10]. Caldeira C. L. та колеги відмітили значущість пульсоксиметрії для оцінки вітальності травмованих зубів, що сприяло більш доказовому аргументуванню щодо потреби моніторингу за станом таких без проведення ендодонтичного лікування зубів [11]. Водночас лише окремі дослідження висвітлюють можливість застосування методу пульсоксиметрії для оцінки вітальності зубів в умовах суміжно наявних патологій пародонту, а також специфічно у випадках ендо-пародонтальних патологій [12], і уточнення даних можливостей, а також розробка пропозицій для вдосконалення даного методу у вищезазначених клінічних умовах є аргументовано-релевантним завданням сучасної стоматологічної практики.

Мета. Проаналізувати проблематику сучасних методів до оцінки вітальності пульпи в умовах наявної суміжної патології пародонту, систематизувати існуючі підходи щодо їх оптимізації та розробити технічну пропозицію вдосконалення з використанням можливостей сучасних цифрових технологій.

Матеріали та методи. Проведене дослідження носило теоретико-аналітичний та інженерно-концептуальний характер і базувалося на системному узагальненні сучасних літературних даних щодо методів оцінки вітальності пульпи зуба в умовах супутньої патології пародонту, а також на аналізі та інтерпретації сучасних технологічних рішень у сфері біофотоніки та цифрової стоматології орієнтованих на оцінку вітальності пульпи.

У межах проведеного дослідження було реалізовано комплексний підхід, що включав:

- критичний аналіз результатів попередніх клініко-гістологічних та експериментальних досліджень, спрямований на узагальнення даних щодо морфологічних і функціональних змін пульпи при супутніх пародонтальних ураженнях та їх впливу на параметри мікроциркуляції і тканинної оксигенації, котрі можуть бути зареєстровані в ході діагностичної оцінки вітальності пульпи;

- систематизацію фізичних, біологічних та технічних чинників, що обмежують практичне впровадження та/або діагностичну спроможність методу пульсоксиметрії як такого, що застосовується для оцінки вітальності пульпи в цілому, а також в умовах ендо-пародонтальних порушень;

- аналіз конструктивних особливостей існуючих систем пульсоксиметрії, зокрема таких з адаптованими технічними рішеннями для стоматологічного застосування, з оцінкою впливу реалізованих модифікацій на відтворюваність, стабільність та точність вимірювань.

На основі проведеного аналізу було сформульовано методологічно- та технічно-обґрунтовану концепцію інтегрованої оптико-діагностичної системи, як пропозиції вдосконалення методу оцінки вітальності пульпи з використанням сучасних цифрових технологій, котра передбачає функціональне поєднання пульсоксиметричного сенсорного модуля з інтраоральним сканером.

У запропонованій архітектурі реалізовано трансмісійний або квазітрансмісійний принцип реєстрації фотоплетизмографічного сигналу пульсоксиметра шляхом просторово узгодженого позиціонування джерела випромінювання та фотоприймального елемента відносно досліджуваного зуба, з підсиленням сигналу інфрачервоної складової за рахунок випромінювання аналогічного спектру, котре застосовується в структурі інтраорального сканера.

Методологічною основою підходу є використання випромінювання у червоному та ближньому інфрачервоному спектральних діапазонах із подальшим аналізом змін інтенсивності сигналу, зумовлених пульсаційною динамікою кровонаповнення пульпи. З урахуванням оптичної неоднорідності зуба особлива увага була приділена оптимізації передачі сигналу через емаль і дентин, що досягається шляхом узгодження спектральних характеристик випромінювання пульсоксиметра та інтраорального сканера, які забезпечують підвищення ефективності детекції сигналу.

Конструктивно система реалізується за модульним принципом із інтеграцією випромінювального та приймального вузлів у робочу частину інтраорального сканера з урахуванням анатомічної варіабельності зубного ряду. Додатково передбачено алгоритмічну обробку сигналу, що включає багаторівневу фільтрацію шумів, компенсацію рухових артефактів та нормалізацію даних із урахуванням геометричних параметрів зуба, отриманих у процесі тривимірного сканування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Структурі та функціональні зміни пульпи в умовах патології оточуючого пародонту достатньо описані в цільових наукових джерелах, проте специфіка таких продовжує уточнюватися з використанням більш сучасних методів дослідження [13, 14, 15]. Гістологічні дослідження проведені на зубах, екстрагованих у пацієнтів з важкою формою пародонтиту, встановили, що в залежності від залишкового рівня інтактної пародонтальної мембрани поширеність явищ некрозу пульпи у таких зубах може сягати до 63,33%, набряку пульпи – до 50,88%, васкулярної атрофії – до 28,07%, фіброзу структури –

до 38,60%, кальцифікації – до 22,81% [16]. В цілому результати продемонстрували, що наявність пародонтиту негативно впливає на стан пульпи зуба, а клінічно використовувані тести для оцінки чутливості не корелюють із гістологічними змінами пульпи в умовах наявності суміжних пародонтальних порушень [16]. Аналогічні результати також були описані в клініко-гістологічному дослідженні Arulmani S. та колег, при цьому вони повідомляли про вищу поширеність некрозу пульпи (до 90%) на фоні наявного пародонтиту [12]. У систематичному огляді літератури, проведеному Kostenkova A. та колегами (2025), було відзначено, що за умов наявності пародонтиту у структурі пульпи запальна клітинна інфільтрація може відмічатися з поширеністю в 34,29–93,7%, некроз пульпи – з поширеністю в 90% (при виражених рецесіях), крім того мають місце явища фіброзу та кальцифікації [17].

Рівень сатурації кисню в структурі пульпи за даними Giovanella L. та колег корелював із глибиною пародонтальної кишені (кожен 1 мм глибини був асоційований з 2,2% зниженням сатурації) та втратою клінічного прикріплення (кожен 1 мм втрати клінічного прикріплення був асоційований із 1,5% зниженням сатурації), що лише підтверджує дані й інших досліджень, які засвідчували негативний вплив компрометованого стану оточуючого пародонту на стан пульпи [7]. Редукція рівня сатурація була відмічена також і на кожен міліметр вираженості рецесій (0,6% на 1 мм), проте статистична значущість таких залежностей не була підтверджена [7]. Хоча в клініко-гістологічному дослідженні Arulmani S. та колег було відмічено, що рецесії асоційовані з вищою вираженістю дегенеративних змін пульпи у пацієнтів з пародонтитом, а відтак – і потенційно із нижчим рівнем перфузії [12]. Водночас навіть приймаючи до уваги результати відмічені в попередніх дослідженнях досі не встановлено чіткої категоризації показників сатурації, об'єктивізованих методом пульсоксиметрії, котрі могли б з достатнім рівнем вірогідності засвідчувати вітальний та запалений стан пульпи зуба в умовах ендо-пародонтальних патологій [12]. Хоча Lambert P. та колеги в ході систематичного огляду зробили спробу категоризувати референтні дані насичення киснем, і на основі проведеного мета-аналізу встановили рівні в 84,94% (95% довірчий інтервал [ДІ]: 84,85–85,04%) для центральних різців, 89,29% (95% ДІ: 89,22–89,35%) для латеральних різців та 89,20% (95% ДІ: 89,05–89,34%) для ікол [18]. В ході опрацювання було зазначено, що в попередніх наукових роботах дослідники порівнювали показники пульсоксиметрії відмічені на досліджуваних зубах із такими, зареєстрованими на пальцях пацієнтів, оскільки використовували дизайни апаратів пульсоксиметрів оригінально були розроблені саме для пальцевої фіксації, однак кореляція між такими не завжди була встановлена. Однак, водночас мета-аналітичне опрацювання даних проведене Lambert P. дозволило встановити мінімальний рівень сатурації киснем, асоційований із вітальним станом пульпи, який складав 77,52% [18].

Виходячи з цього можна резюмувати, що патологічні зміни пародонту суттєво впливають на стан

пульпи та безпосередньо відображаються на показниках пульсоксиметрії, зумовлюючи зниження рівня сатурації кисню (SpO_2) та зміну перфузії. Встановлені кореляції між глибиною пародонтальних кишень, втратою клінічного прикріплення та показниками SpO_2 підтверджують цей взаємозв'язок, однак водночас ускладнюють об'єктивну інтерпретацію отриманих даних. Наявність запальних і дегенеративних змін пульпи, а також вплив морфологічних змін твердих тканин зуба можуть спотворювати результати вимірювання, знижуючи їхню діагностичну точність. Таким чином, використання пульсоксиметрії в умовах ендо-пародонтальних уражень потребує подальшого вдосконалення, стандартизації підходів та уточнення діагностичних критеріїв для забезпечення її надійності та клінічної інформативності.

Almudever-García A. та колег було відмічено, що однією з проблем уніфікованої оцінки ефективності пульсоксиметрії для діагностики вітального стану пульпи є відсутність цільового стоматологічного апарату пульсоксиметра [19].

Kasper R. та колеги систематизували наступні фактори, котрі обмежують широке використання пульсоксиметрії в клінічній стоматологічній практиці:

- 1) потреба розробки універсального дизайну адаптивного датчика в умовах варіативної конфігурації зубів різної топографічної приналежності;
- 2) потреба оптимізації потужності та стабільності світлового потоку з урахуванням ефекту розсіювання через товщу твердих тканин зубів (мінімізації ефектів дифракції та розсіювання);
- 3) необхідність мінімізації впливу зовнішнього освітлення на результуючі показники пульсоксиметрії [20].

Окремими аспектами виступають технологічні особливості, котрі повинні бути враховані при проведенні процедури пульсоксиметрії в ендодонтичній практиці. Зокрема, повинно забезпечуватися паралельне розташування сенсора та LED-діодів відносно зуба, як цільової ділянки дослідження, таким чином, щоб мимовільні рухи пацієнта не провокували зміщення датчика [20]. У разі непаралельного розміщення діодів детектор отримує штучно зменшену кількість світлового сигналу, що безпосередньо впливає на результуючі показники. Крім того, необхідним є забезпечення швидкого процесингового зв'язку між апаратною та програмною частиною, щоби зареєстровані пульсоксиметром показники відразу нотувалися у адаптованому програмному забезпеченні з можливістю проведення їх подальшого аналізу [20]. На даний момент більшість досліджень з використанням пульсоксиметрії в стоматології використовують апарати, що відображають показники сатурації на екрані монітора самого апарату, і відтак повинні бути в подальшому перенесені вручну у табличний редактор чи картку пацієнта для реєстрації і аналізу. Крім того згідно попередніх досліджень на результати пульсоксиметрії пульпи найбільше впливають оптичні перешкоди, представлені товщею твердих тканин зуба, та вікові інволютивні зміни пульпи (мініералізація пульпи та зниження кровотоку із віком

може призводити до зниження показників насичення киснем) [19]. Емаль та дентин, як і реставраційні та ізолюючі матеріали, провокують ефект розсіювання світла і відтак знижують точність вимірювання пульсоксиметра [19].

Приймаючи до уваги вищезазначені обмеження щодо можливості застосування та проблематики забезпечення належної діагностичної точності методу пульсоксиметрії нами запропонована модифікація підходу із використанням технології інтраорального сканування. Запропонований підхід ґрунтується на інтеграції пульсоксиметричного сенсорного модуля в конструкцію інтраорального сканера з формуванням єдиної оптико-діагностичної системи. У межах такого рішення джерело випромінювання, що працює в червоному та ближньому інфрачервоному спектральних діапазонах, позиціонується таким чином, щоб забезпечити контрольоване введення світлового потоку в структури зуба, тоді як фотоприймальний елемент, адаптований до анатомії зубного ряду, реєструє сигнал після його проходження через тверді тканини та пульпу. Така геометрія формує трансмісійний або квазітрансмісійний оптичний канал, що є принципово важливим для підвищення чутливості до змін мікроциркуляції в пульпі (рис. 1).

Фізичною основою методу є фотоплетизмографічний аналіз сигналу, який дозволяє диференціювати постійну компоненту, обумовлену оптичними властивостями емалі та дентину, та змінну компоненту, асоційовану з пульсаційними коливаннями кровонаповнення [5, 19, 20]. Спектральне співвідношення поглинання на різних довжинах хвиль забезпечує кількісну оцінку оксигенації гемоглобіну, що розглядається як об'єктивний індикатор вітальності пульпи. При цьому узгодження спектральних характеристик випромінювання інтраорального сканера з діапазоном пульсоксиметрії створює умови для підвищення густини фотонного потоку, що, з урахуванням домі-

нуючих процесів розсіювання, призводить до зростання ефективної кількості фотонів, які досягають детектора. Це, у свою чергу, покращує відношення параметрів сигнал/шум і підвищує достовірність реєстрації низькоамплітудних гемодинамічних коливань. Такий ефект має не електронну, а суто фотонно-транспортну природу, забезпечуючи оптимізацію умов формування сигналу без спотворення його біологічного змісту. Даний аспект вдосконалення є принципово важливим з огляду на складну багатшарову структуру зуба, де варіації товщини дентину, ступеня мінералізації та наявності вторинних структур істотно впливають на коефіцієнти поглинання і розсіювання [5, 19, 20], в свою чергу підвищення інтенсивності та спектральна стабілізація випромінювання дозволяють зменшити вплив індивідуальних анатомічних факторів і підвищити відтворюваність вимірювань.

Найбільш показовим прикладом інтраоральних сканерів, у яких реалізовано використання випромінювання в ближньому інфрачервоному діапазоні, є система iTero Element 5D (Align Technology, США), що функціонує на основі технології Near-Infrared Imaging (NIRI) із довжиною хвилі близько 850 нм. Первинно дана технологія була розроблена для виявлення та верифікації каріозних уражень за рахунок підвищеної проникності інфрачервоного світла крізь тверді тканини зуба та зміни оптичних властивостей демінералізованих ділянок. З позицій біофотоніки зазначений спектральний діапазон практично відповідає одному з робочих каналів пульсоксиметрії (850–940 нм), що використовується для аналізу диференційного поглинання оксигенованого та дезоксигенованого гемоглобіну. Така спектральна конгруентність обґрунтовує доцільність використання подібних сканерів як платформи для інтеграції або синергічного поєднання з пульсоксиметричними сенсорами, оскільки дозволяє забезпечити фізично узгоджені умови формування оптичного сигналу.

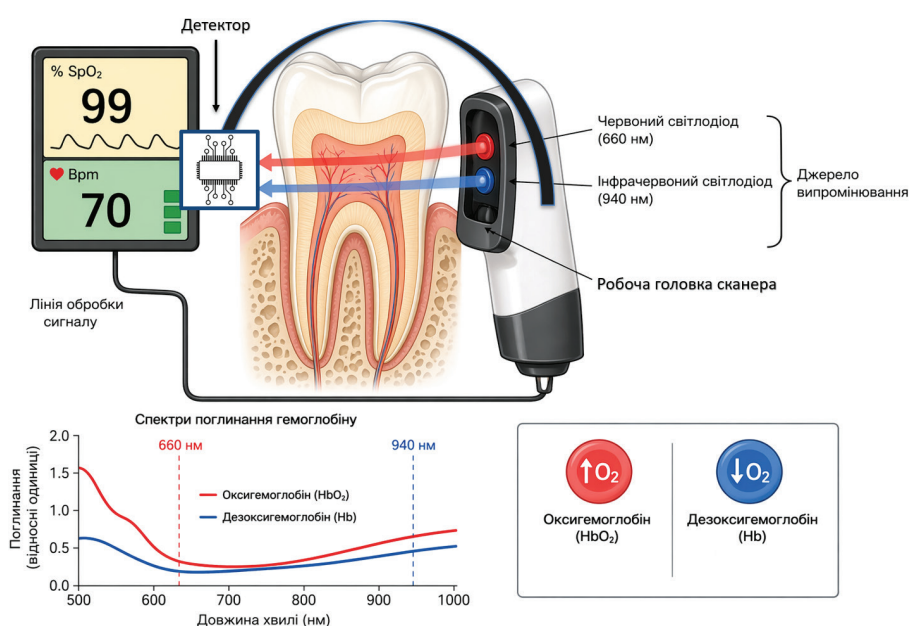


Рис. 1. Схематичне зображення запропонованої технічної пропозиції вдосконалення методу пульсоксиметрії з використанням сучасних цифрових технологій

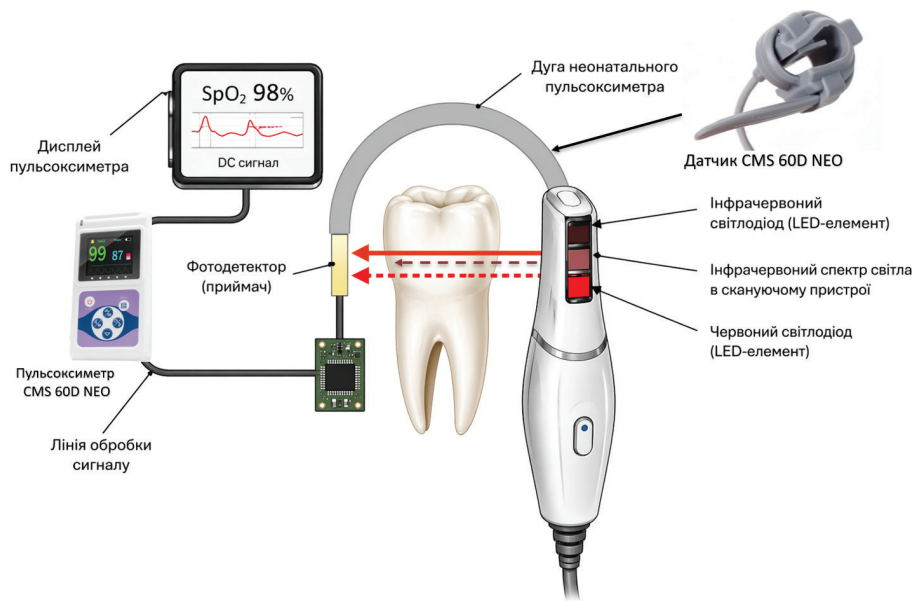


Рис. 2. Схематична ілюстрації конструктивної реалізації інтегрованої системи «інтраоральний сканер-пульсоксиметр»

Крім того, випромінювання в діапазоні ~ 850 нм характеризується відносно низьким коефіцієнтом поглинання у мінералізованих тканинах (емалі та дентині) та переважанням процесів розсіювання, що забезпечує більшу глибину проникнення світла порівняно з видимим спектром. Це створює передумови для реєстрації сигналів, сформованих у глибших структурах, зокрема в пульпі, де відбуваються гемодинамічні процеси. В науковій літературі попередньо висвітлено успішний досвід застосування функції NIRI для детекції прихованого карієсу із використанням специфічно із використанням апарату інтраорального сканера iTero Element 5D [21–25]. Хоча офіційні джерела інформації, асоційовані із інтраоральним сканером PrimeScan 2 (Dentsply Sirona, США) також вказують на наявність у структурі апаратної складової можливості сканування у режимі з використання ближнього інфрачервоного світла. В окремих джерелах повідомлялось про імплементацію можливості детекцію карієсу сканером Planmeca Emerald S (Planmeca, Фінляндія) з довжиною хвилі 727 нм [25]. Офіційна інформація на сайті компанії 3Share засвідчує використання у структурі моделі сканера TRIOS 6 (3Share, Данія) технології гіперспектральної візуалізації, котра одночасно поєднує дані білого світла, флуоресценції та ближнього інфрачервоного випромінювання в межах одного сканування, складова яких потенційно також може бути інтегрована із модулем пульсоксиметрії. Однак на даний момент кількість публікацій та репрезентацій результатів клінічного застосування технології NIRI в структурі інтраорального сканування є переважуюче вищою щодо застосування система iTero Element 5D, аніж інших аналогів [21–25].

Таким чином, з урахуванням спектральної відповідності, оптичних характеристик тканин зуба, фізіологічної інформативності інфрачервоного діапазону та доступної доказової бази, використання інтраоральних сканерів типу iTero Element 5D може розглядатися як

науково обґрунтована основа для створення комбінованих діагностичних систем, орієнтованих на неінвазивну оцінку вітальності пульпи. Водночас така концепція потребує подальшої експериментальної та клінічної валідації щодо точності, відтворюваності та діагностичної чутливості отриманих показників.

Конструктивна реалізація інтегрованої системи «інтраоральний сканер-пульсоксиметр» може бути інженерно виконана за модульним принципом із просторово рознесеними випромінювальним та приймальним вузлами. Зокрема, світлодіодний блок, що генерує випромінювання у червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах, доцільно інтегрувати у робочу головку сканера, який розміщується з вестибулярного боку коронки зуба, забезпечуючи стабільну геометрію введення світлового потоку. Фотоприймальний модуль, який розміщуватиметься в проекції язикової чи піднебінної сторін зубів, пропонується реалізувати як елемент на кінці дугоподібного утримувача, який на іншому кінці буде з'єднаний із робочою насадкою сканера. Така просторова архітектура формує оптичний канал трансмісійного або квазітрансмісійного типу, в якому реєструється сигнал після проходження через багаточастотну структуру зуба, що дозволяє підвищити чутливість системи до змін гемодинаміки пульпи. У запропонованому технічному рішенні як базову платформу сенсорного вузла доцільно використати конструкцію неонатального пульсоксиметра по типу CMS 60D NEO (Contec Medical Systems Co., Ltd., Китай), яка враховуючи свої розміри, гнучкість та можливість адаптивної фіксації є найбільш придатними для модифікації під умови інтраорального застосування та інтеграції з геометрією скануючої головки (рис. 2).

Разом із тим, забезпечення метрологічної коректності методу вимагає жорсткого контролю параметрів випромінювання: відповідності довжин хвиль максимумам диференційного поглинання оксигенованого та

дезоксигенованого гемоглобіну, достатньої, але безпечної інтенсивності світлового потоку, а також високої стабільності джерела випромінювання. Додатково необхідною є синхронізація пульсоксиметричного та сканувального оптичних каналів для мінімізації інтерференції сигналів, що може реалізовуватися шляхом часової модуляції або спектрального розділення.

Обов'язковою складовою запропонованого вдосконалення є алгоритмічна обробка сигналу, яка передбачає багаторівневу фільтрацію, компенсацію рухових артефактів та нормалізацію з урахуванням геометричних параметрів зуба, отриманих у процесі 3D-сканування.

Відтак запропонована система забезпечує неінвазивну, об'єктивну та відтворювану діагностику стану пульпи зуба на основі фізіологічних параметрів кровообігу, поєднуючи переваги сучасної цифрової стоматології з біофотонними методами дослідження тканин, що відкриває перспективи для підвищення точності клінічних рішень та автоматизації діагностичних процесів. Водночас інтеграція пульсоксиметричного модуля з інтраоральним сканером дозволяє одночасно отримувати високоточну тривимірну (3D) модель зубів, що забезпечує можливість зіставлення функціональних показників пульпи з анатомічними особливостями зуба. Це створює умови для цифрового документування та нотування стану кожного зуба з урахуванням як його морфологічних характеристик, так і фізіологічних параметрів, що підвищує інформативність діагностики, покращує відтворюваність результатів і сприяє більш обґрунтованому індивідуалізованому плануванню лікування та динамічному клінічному моніторингу. Крім того, цифрова природа отриманих даних створює передумови для їх подальшого аналізу із застосуванням алгоритмів штучного інтелекту, що відкриває перспективи для розвитку предикативної діагностики та персоналізованого підходу до лікування стоматологічних захворювань.

У попередніх публікаціях Estrela C. було запропоновано конструкції утримувачів пульсоксиметра на різні групи зубів [26, 27]. Grabliauskiene Z. та колегами було запропоновано конструкцію універсального утримувача пульсоксиметра на зубах, змодельованого в програмному середовищі та виготовленого із застосуванням технологій трьохмірного прінтингу [28]. Аналогічний підхід також було описано в науковій роботі Janani K. та колег [29]. Використання такого пристрою сприяло оптимізації процедури вимірювання рівня сатурації з можливістю формування референтних показників для зубів верхньої та нижньої щелепи та їх відповідних довірчих інтервалів. В той же час існуючі модифікації окремих пульсоксиметрів, а також конструкцій для їх утримання на зубі потенційно можуть впливати на точність зареєстрованих показників, і крім того, враховуючи відмінності реалізованих підходів до оптимізації проведення процедури пульсоксиметрії в стоматологічній практиці, виникає ефект методологічної відмінності проведених досліджень, що утруднює їх порівняння в ході мета-аналітичного опрацювання. Попередньо повідомлялось лише про один сучасний підхід із викорис-

танням принципу саме оптичного сканування структури пульпи [30]. Принцип роботи такого пристрою базувався на використанні спектроскопії пропущеного світла в діапазоні довжин хвиль від 450 до 750 нм та аналізі спектральної відповіді. Тісний контакт із стінками зуба забезпечувався завдяки використанню світлопровідних зондів-щупів, які фіксувалися на зубі, а час вимірювання для кожного зуба залежав від ширини досліджуваної одиниці зубного ряду та рівня прозорості, і визначався на основі спеціально-розробленого програмного забезпечення. Проте апробація такого пристрою встановила, що його діагностична точність є нижчою за клінічно-прийнятну, особливо у випадках ураженого стану пульпи [30].

В цілому варто зазначити, що підходи до модифікації методів оцінки вітальності пульпи з метою підвищення рівня їх клінічної адаптованості в більшій мірі стосуються практик використання принципу пульсоксиметрії, аніж принципу доплерографії.

Також в літературі відома ціла низка інших оптично-діагностичних методів оцінки вітальності пульпи, що зокрема включають фотоплетизмографію, флоуметрія пропущеного лазерного світла, спектрофотометрія, світлоіндукована флюорисценція, оптично рефлексійна віталометрія, метод лазерних спеклів, діагностична спроможність котрих потребує уточнення як з точки зору точності, так і з точки зору клінічної застосовуваності [31].

В той же час запропонована технічна концепція комбінованого використання технологій інтраорального сканування та пульсоксиметрії формує новий підхід до об'єктивної оцінки вітальності пульпи зуба, що базується на аналізі фізіологічних параметрів мікроциркуляції, а не лише сенсорної відповіді тканин. Інтеграція оптичних можливостей інтраорального сканера, зокрема використання ближнього інфрачервоного спектру, із пульсоксиметричним принципом реєстрації фотоплетизмографічного сигналу дозволяє підвищити ефективність проходження світла крізь тверді тканини зуба та покращити умови детекції пульсаційної компоненти сигналу. Це забезпечує підвищення співвідношення параметрів сигнал/шум, зростання відтворюваності вимірювань та зменшення впливу анатомічної варіабельності зубів на результати діагностики.

Висновки. Проведений аналіз засвідчив, що за умов супутньої патології пародонту відмічаються виражені морфофункціональні зміни пульпи, які супроводжуються порушенням мікроциркуляції, зниженням рівня оксигенації та розвитком дегенеративних процесів. Такі зміни суттєво впливають на результати сучасних діагностичних тестів, зокрема знижують інформативність традиційних методів оцінки чутливості та ускладнюють інтерпретацію показників пульсоксиметрії через вплив оптичних і біофізичних факторів.

Встановлено, що, незважаючи на високий потенціал пульсоксиметрії як об'єктивного методу оцінки вітальності пульпи, її клінічне застосування обмежується низкою факторів, серед яких ключовими є відсутність спеціалізованих стоматологічних сенсорів, вплив розсіювання світла в твердих тканинах зуба,

варіабельність анатомічних умов та відсутність стандартизованих діагностичних порогів.

У відповідь на виявлені обмеження запропоновано інженерно обґрунтовану концепцію інтеграції пульсоксиметричного модуля з інтраоральним сканером, що дозволяє оптимізувати умови оптичного зондування, підвищити ефективність фотонного транспорту та покращити відношення сигнал/шум. Використання ближнього інфрачервоного спектру, характерного для сучасних скануючих систем, створює фізично узгоджені умови для реєстрації фотоплетизмографічного сигналу з глибоких структур зуба.

Крім того, поєднання функціональних параметрів пульси з морфологічними даними, отриманими

в результаті тривимірного сканування, забезпечує можливість комплексної оцінки стану зуба та створює умови для цифрового документування і моніторингу клінічних показників у динаміці.

Таким чином, запропонований підхід формує нову концепцію діагностики вітальності пульпи, орієнтовану на об'єктивну оцінку мікроциркуляції з урахуванням анатомічних особливостей зуба, що має потенціал для підвищення точності клінічних рішень. Водночас подальші експериментальні та клінічні дослідження є необхідними для валідації запропонованої системи, стандартизації методики та визначення її діагностичної ефективності в умовах ендо-пародонтальної патології.

REFERENCES

1. Komichi S, Takahashi Y, Kawahara T, Nagahara T, Hayashi M. Interpreting Endodontic–Periodontal Lesions: A Conceptual Framework Based on Pulpal and Periodontal Findings—A Narrative Review. *Dentistry Journal*. 2026 Mar 10;14(3):158. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj14030158>.
2. Fan Y, Sun F, Zhu Q, Wang J, Wang P, Zhou Y, Gao Y, Shou Y, Feng M, Hu M, Cai A. Effects of Different Treatment Sequences on the Efficacy of Combined Periodontal-Endodontic Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Dental Journal*. 2026 Feb 1;76(1):104021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.104021>.
3. Saikiran KV, Gurunathan D, Patil SS, Nuvvula S, Elicherla SR, Elicherla NR. A bibliometric analysis of the 100 most cited articles on pulp vitality devices. *European Oral Research*. 2026 Jan 15;60(1):122. DOI: <https://doi.org/10.26650/eor.20251528914>.
4. Saikiran KV, Gurunathan D, Elicherla SR, Rahul S, Nuvvula S, Nuvvula S. Knowledge and awareness of pulp vitality tests among dental interns and postgraduates: A multicenter cross-sectional study. *Endodontology*. 2024 Jul 1;36(3):245-50. DOI: https://doi.org/10.4103/endo.endo_58_23.
5. Alghaithy RA, Qualtrough AJ. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: a critical review. *International endodontic journal*. 2017 Feb;50(2):135-42. <https://doi.org/10.1111/iej.12611>
6. Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F. Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting. *Journal of endodontics*. 2014 Mar 1;40(3):351-4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.11.009>.
7. Giovannella LB, Barletta FB, Felipe WT, Bruno KF, de Alencar AH, Estrela C. Assessment of oxygen saturation in dental pulp of permanent teeth with periodontal disease. *Journal of Endodontics*. 2014 Dec 1;40(12):1927-31. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.08.009>.
8. Louzada LM, Arruda-Vasconcelos R, Kearney M, Yamauchi Y, Gomes BP, Duncan HF. Teeth with vital pulps and stage III periodontitis unresponsive to therapy exhibit a pulpal inflammatory profile similar to symptomatic irreversible pulpitis. *International Endodontic Journal*. 2024 Dec;57(12):1769-82. DOI: <https://doi.org/10.1111/iej.14139>.
9. Gupta D, Shaw AK, Gaikwad A, Kale P, Deshpande SM, Gachake A, Shaw AK, Gaikwad Sr A, Deshpande SM, Gachake AR. The diagnostic accuracy of pulse oximetry for assessing pulp vitality: a systematic review. *Cureus*. 2025 Jan 2;17(1). DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.76820>.
10. Patro S, Meto A, Mohanty A, Chopra V, Miglani S, Das A, Luke AM, Hadi DA, Meto A, Fiorillo L, Karobari MI. Diagnostic accuracy of pulp vitality tests and pulp sensibility tests for assessing pulpal health in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022 Aug 4;19(15):9599. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19159599>.
11. Caldeira CL, Zamalloa SI, Sakitani CR, Barletta FB, Holzhausen M. Clinical Validation of Smartphone-Enabled Pulse Oximetry for Objective Pulp Vitality Assessment: A Diagnostic Accuracy Study. *Journal of Endodontics*. 2025 Sep 6. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2025.09.003>.
12. Arulmani S, Athul A, Bhuvanewari M, Vijayarangan A, Elumalai A, Muthukali S, Balachandran Jr A, Balachandran A. Assessment of pulp vitality in multirooted teeth with advanced periodontal disease: a clinical and histological study. *Cureus*. 2023 Jan 3;15(1). DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.33298>.
13. Ricucci D, Siqueira Jr JF, Rôças IN. Pulp response to periodontal disease: novel observations help clarify the processes of tissue breakdown and infection. *Journal of Endodontics*. 2021 May 1;47(5):740-54. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.02.005>
14. Gautam S, Galgali SR, Sheethal HS, Priya NS. Pulpal changes associated with advanced periodontal disease: a histopathological study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*. 2017 Jan 1;21(1):58-63. DOI: <https://doi.org/10.4103/0973-029X.203795>.
15. Sabeti M, Tayeed H, Kurtzman G, Abbas FM, Ardakani MT. Histopathological investigation of dental pulp reactions related to periodontitis. *European Endodontic Journal*. 2021 Jul 7;6(2):164-9. DOI: <https://doi.org/10.14744/ej.2021.96268>.
16. Tan B, Sun Q, Xiao J, Zhang L, Yan F. Pulp status of teeth in patients with chronic advanced periodontitis. *International journal of clinical and experimental pathology*. 2020 Apr 1;13(4):635. PMID: 32355511.
17. Kostenkova A, Zasčiurinskienė E, Lodienė G. Histopathological Evaluation of the Impact of Periodontitis on Dental Pulp Condition: A Systematic Literature Review. *Australian Endodontic Journal*. 2025 Dec;51(3):806-24. DOI: <https://doi.org/10.1111/aej.12978>.

-
18. Lambert P, Miguens SA, Solda C, Sganzerla JT, Reichert LA, Estrela C, Barletta FB. Reference values for pulp oxygen saturation as a diagnostic tool in endodontics: a systematic review and meta-analysis. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2020 Oct 5;45(4). DOI: <https://doi.org/10.5395/rde.2020.45.e48>.
 19. Almudever-Garcia A, Forner L, Sanz JL, Llana C, Rodriguez-Lozano FJ, Guerrero-Gironés J, Melo M. Pulse oximetry as a diagnostic tool to determine pulp vitality: A systematic review. *Applied Sciences*. 2021 Mar 18;11(6):2747. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11062747>.
 20. Kasper RH, Coelho MR, Miguens-Jr SA, Grazziotin-Soares R, Barletta FB. Pulse oximetry as a dental pulp test: a scoping review to identify barriers hindering the use of oximeters in clinical practice. *The Saudi Dental Journal*. 2024 Feb 1;36(2):262-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2023.11.006>.
 21. Cuenin K, Chen J, Tai SK, Lee D, Gerges G, Oh H. Caries detection and characterization in pediatric patients using iTero 5D near-infrared technology. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2024 Jan 1;165(1):54-63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.06.026>.
 22. Tashkandi AK, Jiffri SO, Albalawi RM, Albukhari SA, Mugharbil SA, Yeslam HE. Detection of proximal dental caries in primary teeth with a near-infrared-irradiation-assisted intraoral scanner: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2025 Feb 20;25(1):270. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05629-8>.
 23. Litztenburger F, Heck K, Kaisarly D, Kunzelmann KH. Diagnostic validity of early proximal caries detection using near-infrared imaging technology on 3D range data of posterior teeth. *Clinical oral investigations*. 2022 Jan;26(1):543-53. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04032-1>.
 24. Misirli-Gülbes, M., Ongun, S., & Atabek, S. (2025). A Randomized Clinical Trial Comparing Near-Infrared Imaging and Panoramic Radiography for Caries Detection. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 28(10), 1139–1144. DOI: https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_679_24.
 25. Schlenz MA, Schupp B, Schmidt A, Wöstmann B, Baresel I, Krämer N, Schulz-Weidner N. New caries diagnostic tools in intraoral scanners: a comparative in vitro study to established methods in permanent and primary teeth. *Sensors*. 2022 Mar 10;22(6):2156. DOI: <https://doi.org/10.3390/s22062156>.
 26. Estrela C, Oliveira KS, Alencar AH, Barletta FB, Estrela CR, Felipe WT. Oxygen saturation in the dental pulp of maxillary and mandibular molars-Part 2. *Brazilian Dental Journal*. 2017;28(6):704-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701447>.
 27. Estrela C, Serpa GC, Alencar AH, Bruno KF, Barletta FB, Felipe WT, Estrela CR, Souza JB. Oxygen saturation in the dental pulp of maxillary premolars in different age groups-Part 1. *Brazilian Dental Journal*. 2017;28:573-7. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-6440201701660>.
 28. Grabliauskienė Ž, Zamaliauskienė R, Lodienė G. Pulp vitality testing with a developed universal pulse oximeter probe holder. *Medicina*. 2021 Jan 23;57(2):101. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina57020101>.
 29. Janani K, Ajitha P, Sandhya R, Subbaiyan H, Jose J. Efficiency of new custom-made pulse oximeter sensor holder in assessment of actual pulp status. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2020 Jul 1;9(7):3333-7. DOI: https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_73_20.
 30. Briseño Marroquín B, Borgschulte M, Savic A, Ertl TP, Wolf TG. Pulp Vitality Diagnosis by Means of an Optical Pulp Scanning Device. *Dentistry Journal*. 2024 Oct 12;12(10):326. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj12100326>.
 31. Afkhami F, Wright PP, Chien PY, Xu C, Walsh LJ, Peters OA. Exploring approaches to pulp vitality assessment: A scoping review of nontraditional methods. *International Endodontic Journal*. 2024 Aug;57(8):1065-98. DOI: <https://doi.org/10.1111/iej.14073>.

Дата першого надходження статті до видання: 15.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Гуменюк Владислав Олегович,
аспірант кафедри ортопедичної стоматології,
цифрових технологій та імплантології,
Національний університет охорони здоров'я України
імені П. Л. Шупика
ORCID ID: 0009-0001-9384-678X
м. Київ, Україна

ІНДЕКС МІКРОБНОГО ДИСБІОЗУ ПОРОЖНИНИ РОТА: ВІД МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ ДО ЄДИНОГО ЧИСЛА У ПЕРЕДІМПЛАНТАЦІЙНОМУ СКРИНІНГУ

Вступ. Мікробіологічний моніторинг на етапі підготовки до дентальної імплантації набуває дедалі більшого клінічного значення у зв'язку зі зростанням поширеності антибіотикорезистентних штамів в оральній мікробіоті та доведеним зв'язком між мікробіологічним профілем пародонтальних кишень і ризиком перімплантацийних ускладнень. Попри очевидну актуальність мікробіологічного скринінгу, стандартний лабораторний висновок надає якісну характеристику мікробіоти без кількісної міри дисбіотичних змін, придатної для стратифікації індивідуального ризику та обґрунтування клінічного рішення.

Мета – розробити та здійснити первинну валідацію індексу мікробного дисбіозу (МДІ) порожнини рота – кількісного показника для передімплантацийного скринінгу стану мікробіоти пародонтальних кишень, розрахованого на основі результатів рутинного бактеріологічного дослідження.

Матеріали та методи. До дослідження включено 59 пацієнтів із пародонтитом Stage II-III (EFP/AAP, 2017) на передімплантацийному етапі підготовки. Проведено мікробіологічне дослідження пародонтальних кишень із визначенням AMR-профілю (21 антибіотик). МДІ розраховувався як відношення кількості некоменсальних мікроорганізмів до загальної кількості виявлених таксонів. Для аналізу зв'язку МДІ з рівнем антибіотикорезистентності використано кореляцію Спірмена, критерій Краскела-Уолліса та ROC-аналіз.

Результати. Середнє значення МДІ склало $21,0 \pm 19,9\%$ (медіана $25,0\%$). Некоменсальна мікрофлора виявлена у $55,9\%$ пацієнтів. За рівнями МДІ пацієнти розподілилися: низький ризик (МДІ = 0%) – 26 ($44,1\%$), помірний ризик (МДІ > $0-33,3\%$) – 22 ($37,3\%$), високий ризик (МДІ > $33,3\%$) – 11 ($18,3\%$). Встановлено статистично значущий кореляційний зв'язок між МДІ та рівнем антибіотикорезистентності ($r=0,363$; $p=0,005$). Рівень AMR у групі високого ризику вдвічі перевищував показники групи низького ризику (медіана $2,5$ vs $1,0$; $N=8,146$; $p=0,017$). AUC МДІ щодо MDR-ризиків становила $0,611$ (95% ДІ: $0,463-0,759$; поріг $33,3\%$). Множинна лікарська резистентність виявлена у 23 пацієнтів ($39,0\%$); частота MDR зростала зі збільшенням рівня МДІ: $30,8\%$ у групі низького ризику, $40,9\%$ – помірного ризику, $54,5\%$ – високого ризику.

Висновки. МДІ є клінічно доступним кількісним показником, що перетворює стандартний мікробіологічний висновок на числову міру дисбіотичного ризику і дозволяє стратифікувати пацієнтів за ризиками на етапі підготовки до дентальної імплантації. МДІ демонструє статистично значущий зв'язок із рівнем AMR ($r=0,363$; $p=0,005$) та обмежену, але відмінну від випадкової дискримінаційну здатність щодо MDR (AUC= $0,611$; 95% ДІ: $0,463-0,759$), що дозволяє розглядати його як інструмент первинного скринінгу, придатний для інтеграції в комплексні системи оцінки ризику.

Ключові слова: мікробний дисбіоз, передімплантацийний скринінг, некоменсальна мікрофлора, антибіотикорезистентність, пародонтит, дентальна імплантація.

Humeniuk Vladyslav Olegovich, Postgraduate Student at the Department of Prosthetic Dentistry, Digital Technologies, and Implantology, Shupyk National University of Health of Ukraine; ORCID ID: 0009-0001-9384-678X, Kyiv, Ukraine

ORAL MICROBIAL DYSBIOSIS INDEX: FROM MICROBIOLOGICAL REPORT TO A SINGLE NUMBER IN PRE-IMPLANT SCREENING

Introduction. Microbiological monitoring at the pre-implant stage is gaining increasing clinical importance due to the rising prevalence of antibiotic-resistant strains within the oral microbiota and the established association between the microbiological profile of periodontal pockets and the risk of peri-implant complications. Despite the evident relevance of microbiological screening, routine laboratory reports typically provide only qualitative characterization of the microbiota, lacking a quantitative measure of dysbiotic changes suitable for individual risk stratification and evidence-based clinical decision-making.

Aim – to develop and perform a preliminary validation of the Oral Microbial Dysbiosis Index (MDI) – a quantitative parameter for pre-implant screening of periodontal pocket microbiota, calculated based on routine bacteriological examination results.

Materials and Methods. The study included 59 patients with Stage II-III periodontitis (EFP/AAP, 2017) undergoing pre-implant preparation. Microbiological analysis of periodontal pockets was performed with determination of the antimicrobial resistance (AMR) profile (21 antibiotics). The MDI was calculated as the ratio of non-commensal microorganisms to the total number of identified taxa. The association between MDI and antibiotic resistance levels was assessed using Spearman's correlation, the Kruskal-Wallis test, and ROC analysis. **Results.** The mean MDI value was $21,0 \pm 19,9\%$ (median $25,0\%$). Non-commensal microbiota were detected in $55,9\%$ of patients. According to MDI levels, patients were stratified into: low risk (MDI= 0%) – 26 ($44,1\%$), moderate risk (MDI>> $0-33,3\%$) – 22 ($37,3\%$), and high risk (MDI>> $33,3\%$) –

© Гуменюк В. О., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

11 (18,6%). A statistically significant correlation was found between MDI and antibiotic resistance level ($r = 0,363$; $p = 0,005$). The AMR level in the high-risk group was twice that of the low-risk group (median 2,5 vs 1,0; $H = 8,146$; $p = 0,017$). The AUC of MDI for predicting MDR risk was 0,611 (95% CI: 0,463-0,759; threshold 33,3%). Multidrug resistance (MDR) was identified in 23 patients (39,0%); its prevalence increased with rising MDI levels: 30,8% in the low-risk group, 40,9% in the moderate-risk group, and 54,5% in the high-risk group.

Conclusions. The MDI is a clinically accessible quantitative parameter that transforms routine microbiological reports into a numerical measure of dysbiotic risk, enabling patient risk stratification at the pre-implant stage. The index demonstrates a statistically significant association with AMR levels ($r = 0,363$; $p = 0,005$) and a limited but above-chance discriminatory capacity for MDR (AUC = 0.611; 95% CI: 0,463–0,759). The empirically defined threshold of 33,3% requires confirmation in independent studies.

Key words: microbial dysbiosis, pre-implant screening, non-commensal microbiota, antibiotic resistance, periodontitis, dental implantation.

Вступ. Мікробіологічний моніторинг на етапі підготовки до дентальної імплантації набуває дедалі більшого значення у зв'язку із зростанням поширеності антибіотикорезистентних штамів в оральній мікробіоті та доведеним зв'язком між мікробіологічним профілем пародонтальних кишень і ризиком періімплантаційних ускладнень [1, 2, 3]. Пацієнти з хронічним пародонтитом є групою підвищеного ризику, оскільки їх мікробіом характеризується не лише присутністю класичних пародонтопатогенів, а й залученням некоменсальних мікроорганізмів – представників кишкової та опортуністичної мікробіоти, нетипових для здорового орального біотопу [4]. Попри очевидну в даній клінічній ситуації актуальність мікробіологічного скринінгу, існує певна методологічна проблема, а саме: стандартний мікробіологічний висновок надає лише якісну інформацію про перелік виявлених таксонів та їх чутливість до антибіотиків, однак не надає лікарю-імплантологу кількісний показник, придатний для стратифікації ризику та клінічного прийняття рішення на ґрунті інформації наскільки несприятливий індивідуальний мікробіологічний профіль має кожний пацієнт.

Зарубіжними дослідниками запропоновано ряд підходів до кількісної оцінки орального дисбіозу. На сьогодні найбільш опрацьованим можна вважати індекс SMDI (Subgingival Microbial Dysbiosis Index, Chen et al., 2021) [5], побудований на основі машинного навчання та аналізу 16S rRNA – методів, що потребують спеціалізованого обладнання для молекулярно-генетичних досліджень і є практично недоступними в рутинній клінічній практиці. Інші ж існуючі індекси орієнтовані на діагностику пародонтита або періімплантаційних ускладнень, які вже розвинулися, і не адаптовані для передімплантаційного скринінгу як окремого клінічного завдання [6, 7].

Принципово важливим також є те, що такі некоменсальні мікроорганізми, як *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Pseudomonas* spp. та інші представники кишкової мікробіоти широко відомі як носії детермінант антибіотикорезистентності – генів β -лактамаз розширеного спектру (ESBL), карбапенемаз та ефлюкських помп [4, 8]. Відтак, ступінь дисбіотичної реорганізації орального мікробіому, зокрема відносна частка некоменсальних таксонів у загальній структурі мікробіоти, може слугувати непрямим маркером несприятливого AMR-профілю навіть ще до отримання результатів антибіотикограми. Саме цей патогенетичний зв'язок між дисбіозом біотопу порожнини рота і резистентністю до антибіотиків є концептуальною основою для розроблення та використання індексу

мікробного дисбіозу (МДІ) як скринінгового показника передімплантаційного мікробіологічного ризику.

Слід зауважити, що концепція розрахунку кількісних індексів дисбіозу на основі співвідношення між патогенною та коменсальною мікрофлорою добре розроблена в суміжних галузях медицини. До прикладу, у гастроентерології широко застосовуються індекси на основі співвідношення мікробних груп, зокрема індекс Firmicutes/Bacteroidetes для стратифікації пацієнтів із запальними захворюваннями кишківника та цирозом печінки [9, 10]. Blount et al. (2022) розробили МНІ-А – простий одинимірний біомаркер постантибіотичного дисбіозу на основі відношення некорисних до корисних таксонів, де серед маркерів дисбіозу фігурують такі некоменсальні таксони як *Klebsiella*, *Pseudomonas* та *Enterococcus* [11]. Wei et al. (2021) систематизували понад 20 різних індексів дисбіозу кишкового мікробіому і показали, що найбільш клінічно застосованими є саме прості індекси співвідношень мікроорганізмів, розраховані на основі результатів рутинних культуральних досліджень [12]. Екстраполяція цього методологічного підходу на оральний мікробіом у контексті передімплантаційного скринінгу на наш погляд може стати логічним і науково обґрунтованим кроком, оскільки принцип кількісної оцінки співвідношення некоменсальних і типових мікроорганізмів є універсальним і не залежить від біотопу. Таким чином, актуальною проблемою залишається заповнення певної прогалини між концепцією кількісної оцінки орального дисбіозу та потребами клінічної імплантологічної практики шляхом впровадження простого, відтворюваного у будь-якій лабораторії показника, який дозволив би перетворити стандартний мікробіологічний висновок на числовий показник рівня дисбіотичного ризику саме на етапі підготовки до дентальної імплантації.

Мета дослідження: розробити та первинно валидувати індекс мікробного дисбіозу (МДІ) порожнини рота як кількісний показник для передімплантаційного скринінгу стану мікробіому пародонтальних кишень у пацієнтів з пародонтитом, оцінити його зв'язок із рівнем антибіотикорезистентності та прогностичну здатність щодо множинної антимікробної резистентності.

Методи дослідження. Проспективне одноцентрове дослідження проводилося на базі кафедри ортопедичної стоматології, цифрових технологій та імплантології НУОЗ України імені П.Л. Шупика. До дослідження включено 59 пацієнтів (31 жінка, 28 чоловіків, середній вік $48,3 \pm 10,7$ років) із діагностованим пародонтитом Stage II-III за класифікацією EFP/AAP (2017) [13], яким за клінічними показаннями призначено ден-

тальну імплантацію. Критерії включення: досягнення стабілізації пародонтита (BOP < 25%, відсутність пародонтальних кишень PPD ≥ 5 мм із кровоточивістю, PI ≤ 1,5) після проведення базового пародонтологічного лікування. Дослідження схвалено комісією з біоетики (протокол № 1513/2023).

Мікробіологічне дослідження. Матеріал збирали стерильними паперовими конусами з чотирьох пародонтальних кишень із найбільшою глибиною зондування у гелеве транспортне середовище Amies та доставляли у клінічну лабораторію Діла (м. Київ) у межах 24 год при температурі 18–25 °С. Ідентифікацію мікроорганізмів проводили методом бактеріологічного посіву на селективні та диференціально-діагностичні середовища. AMR-профіль визначали диско-дифузійним методом (панель 21 антибіотик, критерії EUCAST) [14]. Показник AMR визначали як кількість антибактеріальних препаратів, до яких виявлено резистентність щонайменше одного ізольованого мікроорганізму в межах одного пацієнта. Множинну лікарську резистентність (MDR) визначали на рівні пацієнта як наявність щонайменше одного ізолята, резистентного до ≥3 класів антимікробних препаратів (адаптовано за Magiorakos et al., 2012) [8].

Запропонований індекс мікробного дисбіозу (МДІ) адаптовано для умов рутинної лабораторної діагностики на основі концепції кількісної оцінки орального дисбіозу [5] і розраховується за формулою:

$$\text{МДІ}(\%) = (N_{\text{нк}} / N_{\text{заг}}) \times 100 \%$$

де $N_{\text{нк}}$ – кількість некоменсальних мікроорганізмів;

$N_{\text{заг}}$ – загальна кількість виявлених мікроорганізмів у пацієнта.

До некоменсальних відносили мікроорганізми, нетипові для орального біотопу: *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Pseudomonas* spp., *Enterococcus faecalis*, а також *Candida* spp. як маркер дисбіотичного зсуву мікробіому [4, 15]. Даний розподіл є операційним і може варіювати залежно від методу дослідження.

МДІ може набувати значень від 0% (некоменсальна флора відсутня) до 100% (всі виявлені мікроорганізми є некоменсальними). Для попередньої клінічної інтерпретації МДІ запропоновано трирівневу шкалу з двома порогоми різної природи. Перший поріг МДІ = 0% є природною біологічною межею, що відображає якісну відмінність між мікробіомом без некоменсальних таксонів та мікробіомом із їх присутністю. Ця межа визначається самою структурою показника і не потребує статистичного обґрунтування. Другий поріг МДІ = 33,3% є емпірично визначеним на основі даних поточної вибірки за результатами ROC-аналізу методом індексу Юдена; він відповідає ситуації, коли більш ніж третина виявлених мікроорганізмів є некоменсальними, і потребує підтвердження у незалежних дослідженнях. Нормальність розподілу перевіряли тестом Шапіро-Уїлка; оскільки розподіл показників відхилявся від нормального ($p < 0,05$), дані представлені у вигляді медіани та міжквартильного розмаху [IQR]. Зв'язок МДІ з кількістю резистентних антибіотиків оцінювали коефіцієнтом кореляції Спірмена (r).

Порівняння між групами проводили критерієм Краскела-Уолліса (H). Прогностичну здатність МДІ щодо MDR оцінювали методом ROC-аналізу (AUC). Рівень значущості $p < 0,05$.

Результати дослідження. У 59 пацієнтів із пародонтитом на передімплантаційному етапі виявлено полімікробну структуру мікробіоти пародонтальних кишень із середньою кількістю $2,78 \pm 0,74$ мікроорганізмів на одного пацієнта. Некоменсальна мікрофлора зафіксована у 33 пацієнтів (55,9%), що свідчить про суттєву поширеність дисбіотичних змін у досліджуваних осіб. Середнє значення МДІ склало $21,0 \pm 19,9\%$ (медіана 25,0% [IQR: 0–33,3%], діапазон 0–50%). Такий розподіл із медіаною, що перевищує середнє, відображає виражену правосторонню асиметрію: значна частка пацієнтів має МДІ=0%, тоді як у частини пацієнтів МДІ досягає 50%, тобто половина виявлених мікроорганізмів є некоменсальними.

Стратифікація пацієнтів за рівнями ризику МДІ наведена в таблиці 1. До групи низького ризику (МДІ=0%) увійшли 26 пацієнтів (44,1%), в яких некоменсальна флора не виявлена, а мікробіом представлений виключно типовою оральною і пародонтопатогенною флорою. Групу помірнього ризику (МДІ > 0–33,3%) склали 22 пацієнти (37,3%), у яких некоменсальна мікрофлора виявлена, але не перевищує третини мікробного консорціуму; медіана кількості резистентних антибіотиків склала 1,0 [IQR: 1,0–2,0]. 11 пацієнтів (18,6%) увійшло до групи високого ризику (МДІ>33,3%), оскільки некоменсальні мікроорганізми склали більше третини загального мікробіому, що свідчить про виражену дисбіотичну реорганізацію; медіана AMR–2,5 [IQR: 1,0–5,0], що вдвічі перевищує показник групи низького ризику (таб. 1). Таким чином більше половини обстежених пацієнтів (55,9%) потребують підвищеної уваги до мікробіологічного компонента передімплантаційної підготовки.

Слід зазначити, що множинна лікарська резистентність (MDR) зафіксована у 23 пацієнтів (39,0%). При цьому частота MDR пропорційно зростала зі збільшенням рівня МДІ. Так, у групі низького ризику (МДІ=0%) MDR спостерігалась у 8 пацієнтів (30,8%), у групі помірнього ризику (МДІ>0–33,3%) – у 9 осіб (40,9%) та у групі високого ризику (МДІ>33,3%) – у 6 обстежених (54,5%), що додатково підтверджує прогностичну цінність запропонованого індексу (таб. 1).

Таблиця 1
Розподіл пацієнтів за рівнями МДІ

| Рівень МДІ | n = 59 | | Медіана AMR* [IQR] | MDR* | |
|------------------------------------|--------|------|-----------------------|------|------|
| | Абс. | % | | Абс. | % |
| МДІ = 0 % (низький ризик) | 26 | 44,1 | 1,0 [0,0–3,0] | 8 | 30,8 |
| МДІ > 0–33,3 % (помірний ризик) | 22 | 37,3 | 1,0 [1,0–2,0] | 9 | 40,9 |
| МДІ > 33,3 % (високий ризик) | 11 | 18,6 | 2,5 [1,0–5,0] | 6 | 54,5 |

Примітка: * AMR – кількість антибіотиків, до яких виявлено резистентність;

MDR – множинна лікарська резистентність (≥3 класи)

Встановлено статистично значущий позитивний кореляційний зв'язок між рівнем МДІ та кількістю резистентних антибіотиків: $r=0,363$ ($p=0,005$). Порівняльний аналіз рівня AMR між трьома групами ризику виявив статистично значущі відмінності (критерій Краскела-Уолліса $H=8,146$; $p=0,017$). Медіана кількості резистентних антибіотиків у групі низького ризику становила 1,0 [IQR: 0,0-3,0], у групі помірного ризику – 1,0 [IQR: 1,0-2,0], у групі високого ризику – 2,5 [IQR: 1,0–5,0]. Таким чином, у пацієнтів із МДІ > 33,3% медіанний рівень AMR вдвічі перевищував показник групи низького ризику (рис.1).

Звертає на себе увагу спостереження, що зв'язок МДІ з AMR ($r=0,363$) є вищим порівняно з бінарною ознакою «наявність некоменсальної флори» ($r=0,324$, $p=0,012$), що підтверджує переваги кількісного підходу: не лише наявність, а й відносна частка некоменсальних мікроорганізмів є інформативним предиктором несприятливого AMR-профілю.

ROC-аналіз продемонстрував обмежену дискримінаційну здатність МДІ щодо прогнозування множинної лікарської резистентності: AUC=0,611 (95% ДІ: 0,463–0,759) (рис. 2). Отримане значення перевищує рівень випадкового класифікатора, однак 95% ДІ перетинає значення 0,5, що свідчить про помірну точність показника як інструменту первинного скринінгу. Оптимальний поріг відсічення за індексом Юдена становить 33,3% (чутливість = 0,609, специфічність = 0,611). Аналогічні значення AUC (0,55–0,65) характерні для загальноновизнаних одновимірних скринінгових маркерів у медицині [16], що підтверджує відповідність МДІ критеріям скринінгового інструменту першого рівня.

Слід зазначити, що помірний рівень AUC (0,611) є очікуваним для одновимірного скринінгового показника, оскільки аналогічні значення AUC (0,55–0,65) демонструють загальноновизнані одновимірні скринінгові маркери в медицині [16]. Отже, МДІ позиціонується нами як інструмент першого рівня скринінгу, а не як остаточний предиктор, та в рамках нашої наукової роботи задля підвищення прогностичної точності буде інтегрований у більш складні комплексні показники, де він виступатиме мікробіологічним субкомпонентом.

На наш погляд, практичною перевагою МДІ як клінічного інструменту є його розрахунок виключно на основі результатів стандартного бактеріологічного дослідження. Алгоритм застосування включає три кроки: 1) мікробіологічний посів з пародонтальних кишень із ідентифікацією таксонів; 2) розрахунок МДІ за запропонованою формулою; 3) стратифікація пацієнта і вибір тактики відповідно до рівня ризику. Порівняно з SMDI [5], який потребує молекулярно-генетичного обладнання і аналізу 49 дискримінуючих видів за даними 16S rRNA секвенування, МДІ є доступним у будь-якій клінічній лабораторії та не потребує додаткових витрат.

Дане дослідження є первинною валідацією запропонованого кількісного показника на клінічно однорідній вибірці пацієнтів, достатньою для встановлення статистично значущих кореляцій і первинної ROC-валідації, однак масштабування і уточнення порогових значень МДІ потребуватиме подальших багатоцентрових досліджень із залученням пацієнтів із різних регіонів з урахуванням географічної варіабельності AMR-профілів оральної мікробіоти.

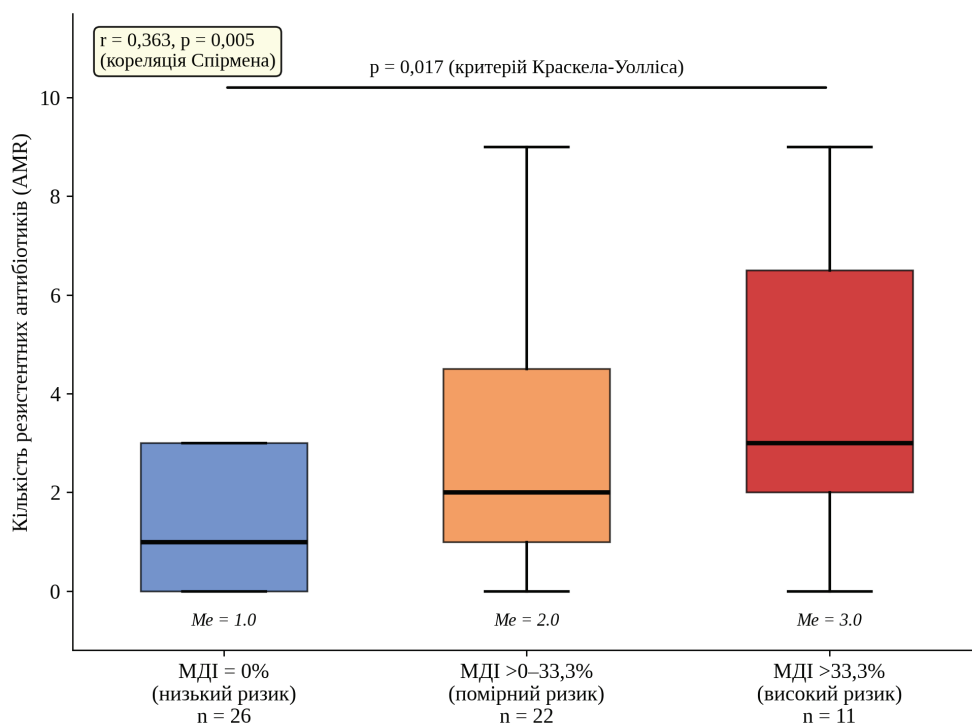


Рис. 1. Рівень антибіотикорезистентності (кількість резистентних антибіотиків) у групах пацієнтів із різними рівнями МДІ (n = 59)

Горизонтальна лінія всередині боксу – медіана; межі боксу – 25-й і 75-й перцентилі; вуса – мінімум/максимум без викидів. $p = 0,017$ (критерій Краскела-Уолліса); $r = 0,363$, $p = 0,005$ (кореляція Спірмена)

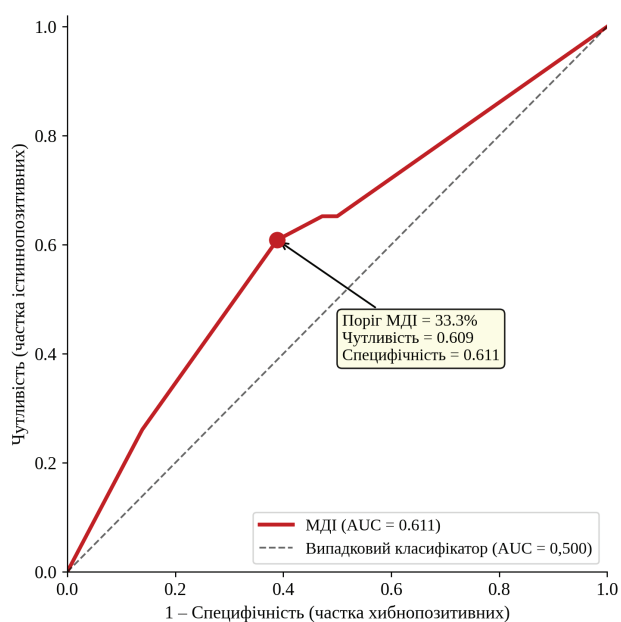


Рис. 2. ROC-крива прогностичної здатності МДІ щодо множинної лікарської резистентності (MDR)

AUC = 0,611; оптимальний поріг МДІ=33,3% (позначено точкою);

пунктирна лінія – рівень випадкового класифікатора

Отримані результати узгоджуються із сучасними уявленнями про дисбіоз як ключовий механізм формування антибіотикорезистентності в межах мікробних біоплівки, де міжмікробні взаємодії сприяють горизонтальному переносу генів резистентності [17–18]. Водночас помірний рівень AUC свідчить про те, що МДІ не варто розглядати як самостійний прогностичний інструмент, а використовувати як компонент комплексної оцінки ризику в системі передімплантаційного скринінгу.

Дослідження має певні обмеження, притаманні клінічним роботам даного дизайну. Одноцентровий характер і обсяг вибірки забезпечили однорідність досліджуваної групи та можливість виявлення статистично значущих зв'язків на етапі первинної оцінки показника, однак потребують подальшого підтвердження у більших багатоцентрових досліджен-

нях. Застосування культуральних методів відповідає умовам рутинної клінічної практики та забезпечує відтворюваність результатів, хоча може обмежувати виявлення некультивованих мікроорганізмів порівняно з молекулярно-генетичними підходами [17–20]. Класифікація мікроорганізмів як некоменсальних має операційний характер у межах поставленого клінічного завдання. Запропоновані порогові значення МДІ є емпірично визначеними для даної вибірки і потребують подальшої валідації у незалежних дослідженнях з урахуванням географічної варіабельності мікробіому.

Висновки. Запропонований індекс мікробного дисбіозу (МДІ) порожнини рота є клінічно доступним кількісним показником, що дозволяє перетворити стандартний мікробіологічний висновок на числовий вимір дисбіотичного ризику на передімплантаційному етапі підготовки пацієнтів із пародонтитом. Ключовою перевагою МДІ можна вважати простий розрахунок, заснований виключно на результатах рутинного бактеріологічного посіву. МДІ демонструє статистично значущий зв'язок із рівнем антибіотикорезистентності ($r=0,363$; $p=0,005$) та обмежену, але відмінну від випадкової дискримінаційну здатність щодо MDR (AUC=0,611; 95% ДІ: 0,463–0,759). Емпірично визначений поріг МДІ=33,3% відповідає ситуації – присутності більш ніж однієї третини некоменсальних мікроорганізмів у мікробіомі пародонтальних кишень і потребує підтвердження у незалежних дослідженнях. Тривірнева шкала МДІ (низький / помірний / високий ризик) дозволяє диференціювати пацієнтів і обирати відповідну тактику антибактеріального супроводу імплантації від стандартної антибіотикопрофілактики (МДІ=0%) до персоналізованого підходу на основі AMR-профілю (МДІ>0-33,3%) і корекції мікробіому (МДІ>33,3%).

Таким чином, МДІ може стати адаптацією концепції кількісної оцінки орального дисбіозу для умов рутинної клінічної практики та визначеного клінічного завдання – передімплантаційного скринінгу. На відміну від існуючих індексів, орієнтованих на діагностику пародонтита або встановлених периімплантатних ускладнень, МДІ придатний до застосування саме у передімплантаційному вікні ризику – проміжку між стабілізацією пародонтиту та встановленням дентального імплантату.

REFERENCES

- Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL. Peri-implantitis. J Clin Periodontol. 2018;45(Suppl 20):S246–S266. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12954>.
- Humeniuk VO. Results of the Assessment of the Antimicrobial Resistance Profile of Pathogenic Oral Microorganisms in Patients with Chronic Generalized Periodontitis at the Pre-Implantation Stage. Actual Dentistry. 2026;(6):62–67. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-6-62>.
- Hajishengallis G, Darveau RP, Curtis MA. The keystone-pathogen hypothesis. Nat Rev Microbiol. 2012;10(10):717–725. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2873>.
- Chen T, Marsh PD, Al-Hebshi NN. SMDI: An Index for Measuring Subgingival Microbial Dysbiosis. J Dent Res. 2022;101(3):331–338. DOI: <https://doi.org/10.1177/00220345211035775>.
- Caton JG, Armitage G, Berglundh T, et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions. J Clin Periodontol. 2018;45(Suppl 20):S1–S8. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12935>.
- Renvert S, Persson GR, Piri FQ, Camargo PM. Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. J Periodontol. 2018;89(Suppl 1):S304–S312. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0588>.
- Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis. J Clin Periodontol. 2018;45(Suppl 20):S149–S161. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12945>.

-
8. EUCAST. Breakpoint tables for interpretation of MICs and zone diameters. Version 14.0. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing; 2024. Available from: <https://www.eucast.org>
 9. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect.* 2012;18(3):268–281. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>.
 10. Mombelli A, Decaillet F. The characteristics of biofilms in peri-implant disease. *J Clin Periodontol.* 2011;38(Suppl 11):203–213. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01666.x>.
 11. Steyerberg EW. *Clinical Prediction Models: A Practical Approach to Development, Validation, and Updating.* 2nd ed. Springer; 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16399-0>.
 12. Stojanov S, Berlec A, Štrukelj B. The influence of probiotics on the Firmicutes/Bacteroidetes ratio in the treatment of obesity and inflammatory bowel disease. *Microorganisms.* 2020; 8(11): 1715. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111715>.
 13. Blount K, Jones C, Walsh D, Gonzalez C, Shannon WD. Development and Validation of a Novel Microbiome-Based Biomarker of Post-antibiotic Dysbiosis and Subsequent Restoration. *Front Microbiol.* 2022;12:781275. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.781275>.
 14. Wei S, Bahl MI, Baunwall SMD, Hvas CL, Licht TR. Determining Gut Microbial Dysbiosis: a Review of Applied Indexes for Assessment of Intestinal Microbiota Imbalances. *Appl Environ Microbiol.* 2021;87(11):e00395-21. <https://doi.org/10.1128/AEM.00395-21>.
 15. Krivtsova MV., Kostenko YeYa. Dominuiuchi mikrobnii asotsiatsii porozhnyy rota v umovakh heneralizovanoho parodontytu ta osoblyvosti yikh chutlyvosti do antybakterialnykh preparativ [Dominant microbial associations of the oral cavity in generalized periodontitis and their sensitivity to antibacterial agents]. *Studia Biologica.* 2020;14(1):51–62. <https://doi.org/10.30970/sbi.1401.613> [in Ukrainian].
 16. Tsai YC, Tai WC, Liang CM, Wu CK, Tsai MC, Hu WH, Huang PY, Chen CH, Kuo YH, Yao CC, Chuah SK. Alterations of the gut microbiota and the Firmicutes/Bacteroidetes ratio after biologic treatment in inflammatory bowel disease. *J Microbiol Immunol Infect.* 2025; 58(1): 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2024.09.006>.
 17. Di Spirito F, Giordano F, Di Palo MP, D'Ambrosio F, Scognamiglio B, Sangiovanni G, Caggiano M, Gasparro R. Microbiota of Peri-Implant Healthy Tissues, Peri-Implant Mucositis, and Peri-Implantitis: A Comprehensive Review. *Microorganisms.* 2024; 12(6): 1137. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12061137>.
 18. de Campos Kajimoto NC, de Paiva Buischi Y, Mohamadzadeh M, Loomer P. The oral microbiome of peri-implant health and disease: a narrative review. *Dent J (Basel).* 2024;12(10):299. <https://doi.org/10.3390/dj12100299>.
 19. Chun GK, Menon RK. The microbiome of peri-implantitis: a systematic review of next-generation sequencing studies. *Antibiotics (Basel).* 2023;12(11):1610. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12111610>.
 20. Mehrnia N, Van Dyke TE. Microbial dysbiosis and immune dysregulation in periodontitis and peri-implantitis. *Front Cell Infect Microbiol.* 2026;15:1678163. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2025.1678163>.

Дата першого надходження статті до видання: 16.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Дудік Олена Петрівна,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри стоматології дитячого віку, стоматологічний факультет,
Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова,
ORCID ID: 0000-0002-8459-3362
м. Вінниця, Україна

Попова Олена Іванівна,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри стоматології дитячого віку, стоматологічний факультет,
Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова,
ORCID ID: 0000-0002-7793-021X
м. Вінниця, Україна

Попов Максим Володимирович
асистент, кафедра стоматології дитячого віку,
стоматологічний факультет,
Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова,
ORCID ID: 0000-0003-3247-1520
м. Вінниця, Україна

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ТКАНИН ПАРОДОНТА ПРИ ОРТОДОНТИЧНОМУ ЛІКУВАННІ ЕЛАЙНЕРАМИ ТА ВЕСТИБУЛЯРНИМИ БРЕКЕТ-СИСТЕМАМИ

Вступ. Актуальність дослідження зумовлена зростанням поширеності ортодонтичного лікування серед дорослого населення та необхідністю забезпечення не лише функціональних і естетичних результатів, а й збереження пародонтального здоров'я як ключового чинника довготривалої стабільності лікування. Розширення застосування елайнерів поряд із традиційними вестибулярними брекет-системами актуалізує потребу в науково обґрунтованому порівняльному аналізі їхнього впливу на тканини пародонта, оскільки наявні дані є фрагментарними, а клінічні результати – неоднозначними.

Метою статті є встановлення особливостей динаміки клінічних та індексних показників стану тканин пародонта в пацієнтів під час ортодонтичного лікування залежно від типу застосованої ортодонтичної апаратури та визначення підходів до мінімізації пародонтальних ризиків.

Методи дослідження ґрунтуються на клінічному обстеженні пацієнтів, застосуванні стандартизованих гігієнічних і гінгівальних індексів, проспективному порівняльному спостереженні в динаміці ортодонтичного лікування, а також статистичному аналізі кількісних показників, поданих у вигляді середніх значень і показників варіабельності у визначені часові інтервали.

Результати дослідження. Досліджено вихідний стан тканин пародонта та встановлено, що значна частина пацієнтів розпочинає ортодонтичне лікування з наявністю початкових запальних змін без клінічних ознак деструкції. Виявлено, що в процесі лікування тип ортодонтичної апаратури зумовлює різну динаміку пародонтальних показників. Доведено, що застосування елайнерів супроводжується помірними та переважно транзиторними змінами, тоді як вестибулярні брекет-системи асоціюються зі стійким накопиченням зубного нальоту та тривалим підвищенням гінгівальних індексів. Експериментально підтверджено, що найбільш критичним періодом формування запальних змін є перші місяці ортодонтичного лікування.

Висновки. Встановлено, що пародонтальні ризики при ортодонтичному лікуванні мають не лише поведінковий, а й апаратурно зумовлений характер. Обґрунтовано доцільність диференційованого вибору ортодонтичної апаратури та інтенсифікації профілактичного супроводу на ранніх етапах лікування.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з оцінюванням довготривалого впливу хронічних запальних змін у тканинах пародонта на стабільність ортодонтичних результатів і розробленням індивідуалізованих профілактичних протоколів з урахуванням типу ортодонтичної апаратури та ризик-профілю пацієнтів.

Ключові слова: пародонтальне здоров'я, ортодонтична апаратура, гігієна порожнини рота, гінгівальне запалення, зубний наліт, профілактичний супровід, пародонтальні ризики, клінічні індекси.



Dudik Olena Petrivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry, Dental Faculty, Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University; ORCID ID: 0000-0002-8459-3362, Vinnytsia, Ukraine

Popova Olena Ivanivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry, Dental Faculty, Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University; ORCID ID: 0000-0002-7793-021X, Vinnytsia, Ukraine

Popov Maksym Volodymyrovych, Assistant, Pediatric Dentistry Department, Dental Faculty, Vinnytsia National Pirogov Memorial Medical University; ORCID ID: 0000-0003-3247-1520, Vinnytsia, Ukraine

COMPARATIVE ANALYSIS OF PERIODONTAL TISSUE STATUS DURING ORTHODONTIC TREATMENT WITH ALIGNERS AND VESTIBULAR BRACKET SYSTEMS

Introduction. The relevance of this study is driven by the increasing prevalence of orthodontic treatment among the adult population and the need to ensure not only functional and esthetic outcomes but also the preservation of periodontal health as a key determinant of long-term treatment stability. The expanding use of aligners alongside traditional vestibular bracket systems underscores the need for a scientifically grounded comparative analysis of their effects on periodontal tissues, as existing evidence remains fragmented and clinical outcomes are inconsistent.

The aim of this study is to determine the specific features of changes in periodontal tissue status in patients undergoing orthodontic treatment depending on the type of orthodontic appliance and to substantiate approaches for minimizing periodontal risks.

Results. The baseline condition of periodontal tissues was assessed, revealing that a substantial proportion of patients initiate orthodontic treatment with initial inflammatory changes in the absence of clinical signs of tissue destruction. It was established that during treatment, the type of orthodontic appliance determines different dynamics of periodontal parameters. The use of aligners was shown to be associated with moderate and predominantly transient changes, whereas vestibular bracket systems were linked to persistent dental plaque accumulation and prolonged elevation of gingival indices. It was experimentally confirmed that the first months of orthodontic treatment represent the most critical period for the development of inflammatory changes.

Conclusions. Periodontal risks associated with orthodontic treatment were found to have not only a behavioral but also an appliance-related nature. The feasibility of a differentiated selection of orthodontic appliances and the intensification of preventive support at the early stages of treatment was substantiated.

Prospects for further research include the evaluation of the long-term impact of chronic inflammatory changes in periodontal tissues on the stability of orthodontic outcomes and the development of individualized preventive protocols that take into account the type of orthodontic appliance and patient risk profiles.

Key words: periodontal health, orthodontic appliances, oral hygiene, gingival inflammation, dental plaque, preventive support, periodontal risks, clinical indices.

Вступ. Активне впровадження сучасних ортодонтичних технологій зумовлює необхідність поглибленого аналізу їхнього впливу не лише на положення зубів та оклюзійні співвідношення, а й на стан тканин пародонта як ключового чинника довготривалої стабільності результатів лікування. У клінічній практиці поряд із традиційними вестибулярними брекет-системами дедалі ширше застосовуються елайнери, що позиціонуються як менш травматична та гігієнічно сприятливіша альтернатива. Сучасні клінічні дослідження свідчать, що використання різних типів ортодонтичних апаратів може по-різному впливати на рівень зубного нальоту та гінгівального запалення, що безпосередньо пов'язано з особливостями конструкції апаратури та можливістю підтримання гігієни порожнини рота [1]. Водночас результати порівняльних досліджень демонструють, що знімні ортодонтичні системи, зокрема елайнери, у ряді випадків асоціюються з кращими показниками гігієни та нижчим рівнем запальних змін тканин пародонта порівняно з фіксованими ортодонтичними апаратами [2].

Проблематика стану тканин пародонта в процесі ортодонтичного лікування має міждисциплінарний характер і перебуває на перетині ортодонції, пародонтології та профілактичної стоматології. Механічне переміщення зубів супроводжується ремоделюванням альвеолярної кістки, змінами мікроциркуляції та

реактивністю ясен, що є природною біологічною відповіддю тканин пародонта на ортодонтичне навантаження. Разом із тим наявність елементів ортодонтичних конструкцій може ускладнювати очищення зубних поверхонь і сприяти накопиченню бактеріальної біоплівки, що підвищує ризик розвитку гінгівіту та інших запальних уражень пародонта під час лікування [3].

З огляду на зростаючий попит на ортодонтичне лікування серед дорослого населення, для якого питання збереження пародонтального здоров'я є критично важливим, актуалізується необхідність науково обґрунтованого порівняльного аналізу стану тканин пародонта в разі використання елайнерів і вестибулярних брекет-систем. Такий аналіз безпосередньо пов'язаний із важливими практичними завданнями сучасної стоматології, зокрема оптимізацією вибору ортодонтичної методики, мінімізацією ризиків ускладнень, підвищенням прихильності пацієнтів до лікування та забезпеченням довготривалої стабільності отриманих результатів. Водночас він має суттєве наукове значення для поглиблення уявлень про біологічні механізми реакції пародонта на різні типи ортодонтичного навантаження та розроблення інтегрованих клінічних підходів, що поєднують ортодонтичне лікування з ефективною профілактикою та підтримкою пародонтального здоров'я.

Аналіз сучасних досліджень свідчить про поступове зміщення наукового фокусу від описових і поведінкових

моделей до клінічно верифікованого аналізу морфологічних, мікробіологічних і тканинних змін пародонта в процесі ортодонтичного лікування. У низці робіт сформовано доказову базу, що дає змогу об'єктивно оцінювати біологічну відповідь пародонтальних тканин залежно від типу ортодонтичної апаратури. Так, у дослідженні Л. Ломбардо (L. Lombardo) та співавторів показано, що застосування елайнерів супроводжується менш вираженими короткостроковими змінами субгінгівальної мікробіоти в порівнянні з вестибулярними фіксованими апаратами, що знижує потенціал розвитку запальних реакцій на ранніх етапах лікування [4]. Клінічні аспекти взаємодії конструктивних особливостей елайнерів із тканинами пародонта деталізовано в праці Р. Фаверо (R. Favero) та співавторів, у якій доведено, що рівень краю елайнера має істотне значення для стану ясен, особливо в молодих пацієнтів, оскільки він впливає на локальну гігієну та реактивність маргінальних тканин [5]. Ретроспективний аналіз С. М. Букур (S. M. Bucur) та співавторів засвідчив можливість корекції гінгівальних рецесій за допомогою елайнерів без погіршення пародонтального статусу, що додатково підтверджує їхню відносну біологічну сумісність у пацієнтів із попередніми пародонтальними змінами [6]. Доповненням до цих даних є морфометричне дослідження М. Роміто (M. Romito) та співавторів, у якому продемонстровано, що ортодонтичне лікування елайнерами викликає менш виражені зміни товщини та об'єму ясенних тканин у порівнянні з фіксованими апаратами, що має безпосереднє значення для збереження стабільності маргінального пародонта [7].

Безпосередній клінічний вимір проблеми представлений експериментальними та порівняльними дослідженнями ортодонтичних апаратів. У праці Л. Джанніні (L. Giannini) та співавторів доведено, що лікування елайнерами асоціюється з нижчими показниками зубного нальоту та запалення ясен у порівнянні з фіксованими апаратами, що пояснюється кращими умовами для індивідуальної гігієни [8]. Систематичний огляд досліджень, виконаний Ф. Ді Спіріто (F. Di Spirito) та співавторами, підтверджує загальну тенденцію до більш сприятливого пародонтального статусу за використання елайнерів, водночас наголошуючи на методологічній неоднорідності наявних досліджень [9]. Перехресне клінічне дослідження Ф. Х. К. М. Ісса (F. H. K. M. Issa) та співавторів демонструє статистично значущі відмінності пародонтальних параметрів на користь застосування елайнерів у дорослих пацієнтів [10].

Функціональні та суб'єктивні аспекти стану пародонта розкриваються через аналіз больового синдрому, запальної реакції та якості життя пацієнтів. У проспективному дослідженні Л. Антоніо-Занкахо (L. Antonio-Zancajo) та співавторів встановлено, що інтенсивність пародонтального болю є нижчою за використання елайнера порівнянні з вестибулярними брекет-системами [11]. Поздовжнє клінічне дослідження А. Альварад-Лоренсо (A. Alvarado-Lorenzo) та співавторів підтверджує кореляцію між кращими показниками якості життя та менш вираженими запальними змінами пародонта пацієнтів, які лікуються елайнерами [12]. Ана-

логічні результати отримано в дослідженні С. Алькон (S. Alcón) та співавторів, де динамічне спостереження протягом року засвідчило стабільно нижчий рівень пародонтального дискомфорту за умови використання елайнерів [13].

Узагальнення наявних доказів і врахування модифікаційних чинників представлено в оглядових і факторно-орієнтованих дослідженнях. У нарративному огляді Р. Самуляк (R. Samulak) та співавторів показано, що переваги елайнерів щодо збереження пародонтального здоров'я значною мірою залежать від початкового стану пародонта та рівня гігієни пацієнтів [14]. Систематичний огляд Г. Діпальма (G. Dipalma) та співавторів демонструє вищу частоту гінгівіту та накопичення нальоту за умови використання фіксованих апаратів, особливо в молодших вікових групах [15]. Метааналіз Е. Ойкономоу (E. Oikonomou) та співавторів підтверджує підвищений ризик погіршення пародонтального статусу під час брекет-лікування, хоча рівень доказовості оцінюється як середній [16]. Квазіекспериментальне дослідження Дж. Е. Кім (J. E. Kim) та співавторів засвідчує значущість гігієнічної поведінки та задоволеності лікуванням для пародонтальних результатів [17], тоді як М. М. Аласірі (M. M. Alasiri) та співавтори акцентують на ролі гінгівального фенотипу як ключового морфологічного модифікатора перебігу пародонтальних змін [18].

Попри значну кількість досліджень, вплив ортодонтичного лікування на стан тканин пародонта залишається вивченим неповною мірою. Систематичні огляди сучасних досліджень свідчать про значну методологічну неоднорідність наявних робіт, що проявляється у використанні різних клінічних індексів, відмінностях у дизайні досліджень та обмеженій тривалості спостереження за пацієнтами [6; 12]. У зв'язку з цим невирішеними залишаються питання комплексного оцінювання вихідного пародонтального статусу пацієнтів перед початком ортодонтичного лікування, експериментального порівняння динаміки пародонтальних показників за умови застосування різних типів ортодонтичної апаратури та визначення часових періодів найбільшого ризику розвитку запальних змін. Обмеження попередніх досліджень пов'язані з фрагментарним підходом до аналізу пародонтальних змін, недостатньою увагою до помірних, але стійких запальних реакцій і відсутністю стандартизованого динамічного моніторингу, що ускладнює формування практично обґрунтованих клінічних рекомендацій. Запропоноване дослідження спрямоване на подолання зазначених прогалин шляхом експериментального аналізу стану тканин пародонта з урахуванням вихідних показників, типу ортодонтичної апаратури та часової динаміки змін.

Отримані результати забезпечують наукове підґрунтя для диференційованого вибору ортодонтичних систем і оптимізації профілактичного супроводу, що сприяє розширенню можливості збереження пародонтального здоров'я в процесі ортодонтичного лікування.

Метою статті є виявлення особливостей змін клінічних та індексних показників стану тканин пародонта в пацієнтів під час ортодонтичного лікування

залежно від типу ортодонтичної апаратури та обґрунтування підходів до зниження пародонтальних ризиків.

Методологія та методи дослідження. Дослідження виконано за дизайном проспективного порівняльного клінічного спостереження, спрямованого на оцінювання змін стану тканин пародонта під час ортодонтичного лікування залежно від типу ортодонтичної апаратури. У дослідженні брали участь N дорослих пацієнтів, які звернулися за ортодонтичною допомогою та мали показання до ортодонтичної корекції аномалій зубних рядів і положення окремих зубів (скупченість зубів, ротації, аномалії положення зубів, порушення оклюзійних співвідношень I–II класу за Angle).

Пацієнтів було розподілено на дві клінічні групи залежно від типу ортодонтичної апаратури: 1 група (n₁) - пацієнти, які проходили лікування із застосуванням елайнерів; 2 група (n₂) - пацієнти, яким проводили ортодонтичне лікування з використанням вестибулярних брекет-систем.

До дослідження включали пацієнтів із інтактним або стабілізованим пародонтальним статусом після проведення професійної гігієни порожнини рота та відсутністю клінічних ознак активного пародонтиту.

З метою мінімізації впливу змішувальних чинників із дослідження виключали осіб із системними захворюваннями, що можуть впливати на стан тканин пародонта, активних курців, вагітних, пацієнтів, які приймали препарати, здатні модифікувати запальну відповідь, а також осіб, яким у період спостереження планували проведення хірургічних пародонтологічних втручань.

Усім учасникам дослідження проводили стандартизовану інструкцію з індивідуальної гігієни порожнини рота та забезпечували уніфікований профілактичний супровід протягом періоду ортодонтичного лікування. Клінічні огляди здійснювали перед початком лікування (T₀) та в динаміці через 1, 3 і 6 місяців терапії (T₁, T₃, T₆).

Оцінювання стану тканин пародонта проводили за допомогою стандартизованих клінічних індексів: індексу зубного нальоту Plaque Index (PI) за Silness–Löe, гінгівального індексу Gingival Index (GI) за Löe–Silness, показника кровоточивості при зондуванні Bleeding on Probing (BOP) та середньої глибини зондування Probing Depth (PD). Показник BOP реєстрували як частку ділянок із кровоточивістю (%), а PD визначали у міліметрах як середнє значення глибини пародонтального зондування.

Статистичне опрацювання результатів виконували з використанням методів біомедичної статистики. Кількісні показники подавали у вигляді середнього значення (M) та стандартного відхилення (SD). Для оцінювання статистичної значущості відмінностей між групами застосовували t-критерій Стьюдента або критерій Манна–Уїтні залежно від характеру розподілу даних. Рівень статистичної значущості приймали при $p < 0,05$. Оброблення даних здійснювали відповідно до загальноприйнятих підходів біомедичної статистики [19; 20].

Виклад основного матеріалу. Дослідження вихідного стану тканин пародонта пацієнтів, яким планується ортодонтичне лікування із застосуванням елайнерів і вестибулярних брекет-систем, має принципове значення для формування коректної вихідної бази для

подальшого порівняльного аналізу. На момент первинного звернення більшість пацієнтів не мають клінічно виражених деструктивних уражень пародонта, однак у значній частці з них фіксуються початкові запальні зміни, що перебігають без суб'єктивних скарг. Такий стан часто сприймається пацієнтами як прийнятний, що створює додаткові ризики в умовах подальшого ортодонтичного навантаження, особливо за умов тривалого лікування та обмежених можливостей щодо повноцінного гігієнічного догляду. Об'єктивне оцінювання вихідного стану тканин пародонта базується на поєднанні клінічного огляду з кількісними індексними методами, які дають змогу стандартизувати дані та забезпечити їхню порівнюваність між групами пацієнтів. Вихідні показники відображають не лише поточний стан ясен і гігієни порожнини рота, а й потенційну чутливість пародонта до ортодонтичних сил і конструктивних особливостей майбутньої апаратури (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика вихідного стану тканин пародонта пацієнтів перед ортодонтичним лікуванням

| Показник | Клінічне значення | Типова характеристика перед лікуванням |
|-------------------------------|---|---|
| Індекс гігієни порожнини рота | Відображає кількість і розподіл зубного нальоту | Помірний рівень нальоту, переважно у фронтальних і ретенційних ділянках |
| Гінгівальний індекс | Характеризує ступінь запалення ясен | Легке або помірне запалення без вираженої деструкції |
| Кровоточивість ясен | Свідчить про реактивність судинного русла пародонта | Локальна кровоточивість при зондуванні |
| Глибина ясенних борозен | Відображає структурний стан пародонта | Показники в межах фізіологічної норми |
| Стан маргінальних ясен | Характеризує морфологію та трофіку тканин | Незначний набряк або гіперемія в окремих ділянках |

Джерело: сформовано автором на основі [9, 10, р. 3, 14, 15, 17, р. 942]

Так, типовий пацієнт, який розпочинає ортодонтичне лікування, має задовільний функціональний стан пародонта за відсутності глибоких пародонтальних кишень, однак демонструє ознаки хронічного катарального гінгівіту, зумовленого нерівномірною гігієною порожнини рота. Найчастіше такі зміни локалізуються в ділянках скупченості зубів, ротацій тісного контакту, що в подальшому збігається з зонами максимального ортодонтичного навантаження. За відсутності корекції гігієнічної поведінки та попередньої пародонтологічної підготовки навіть мінімальні запальні прояви на старті лікування можуть трансформуватися в стійкі ураження ясен після фіксації ортодонтичної апаратури [15]. Це підтверджує доцільність розгляду вихідного стану тканин пародонта не як формального етапу обстеження,

а як одного з ключових чинників прогнозування безпечності та ефективності ортодонтичного лікування необхідно від обраної ортодонтичної системи.

З огляду на наведене, аналіз особливостей змін клінічних та індексних показників стану тканин пародонта в процесі ортодонтичного лікування є необхідним для розуміння ролі конструктивних і функціональних характеристик ортодонтичної апаратури у формуванні пародонтальної відповіді. Після фіксації ортодонтичних апаратів змінюються умови самоочищення зубних поверхонь, характер розподілу жувального навантаження та мікробіологічний баланс у порожнині рота, що безпосередньо впливає на динаміку запальних процесів у тканинах пародонта. Зокрема тип ортодонтичної апаратури визначає ступінь ретенції зубного нальоту, доступність гігієнічних заходів і тривалість контакту м'яких тканин з елементами конструкції, що зумовлює різноспрямовані клінічні реакції пародонта протягом лікування [17, р. 942].

Оцінювання змін стану пародонта в динаміці ортодонтичного лікування базується на повторних клінічних оглядах і вимірюванні індексних показників у визначені часові інтервали. Такі спостереження дають змогу виявити не лише загальні тенденції, а й специфічні відмінності, що пов'язані з використанням елайнерів або вестибулярних брекет-систем, зокрема щодо інтенсивності запальних реакцій ясен, змін рівня гігієни та стабільності морфологічних характеристик пародонта (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна клінічних та індексних показників стану пародонта залежно від типу ортодонтичної апаратури

| Показник | Елайнери | Вестибулярні брекет-системи |
|-------------------------------|---|--|
| Індекс гігієни порожнини рота | Незначне підвищення на початкових етапах із подальшою стабілізацією | Стійке підвищення протягом лікування |
| Гінгівальний індекс | Переважно легкі запальні зміни | Помірні запальні реакції з тенденцією до прогресування |
| Кровоточивість ясен | Епізодична, локалізована | Частіша та більш виражена |
| Стан маргінальних ясен | Збереження чітких контурів | Набряк і гіперемія в ділянках фіксації елементів |
| Глибина ясенних борозен | Переважно без істотних змін | Тенденція до незначного збільшення |

Джерело: сформовано автором на основі [8, 9, 10, 12, 14, 15, 17, р. 944, 18]

У процесі ортодонтичного лікування тип апаратури істотно впливає на характер змін пародонтальних показників. За використання елайнерів змінний характер конструкції та можливість повноцінного гігієнічного догляду сприяють відносній стабільності

індексів і обмеженню вираженості запальних реакцій ясен, навіть за умов тривалого лікування. Натомість вестибулярні брекет-системи створюють стійкі зони ретенції зубного нальоту, що впоєднанні з механічним подразненням м'яких тканин призводять до поступового зростання гінгівальних і гігієнічних індексів. У клінічних спостереженнях це проявляється формуванням локалізованого гінгівіту в ділянках фіксації брекетів, появою набряку міжзубних сосочків і зниженням стабільності маргінальних ясен [9]. Окрім того, такі відмінності набувають особливого значення впацієнтів із підвищеною чутливістю пародонта та потребують диференційованого підходу до вибору ортодонтичної апаратури й організації пародонтального супроводу на всіх етапах лікування.

Експериментальне оцінювання динаміки пародонтальних показників було спрямоване на перевірку того, чи відрізняється перебіг запальних змін ясен і гігієнічний статус у пацієнтів під час ортодонтичного лікування залежно від типу ортодонтичної апаратури за однакових стартових умов і уніфікованого профілактичного супроводу. Аналіз змін клінічних індексів у динаміці спостереження дав змогу порівняти швидкість і вираженість реакції маргінальних тканин пародонта в пацієнтів різних груп.

Для характеристики гігієнічного стану та запальної реакції ясен оцінювали індекс PI, GI, BOP і PD, що відображає реакцію маргінальних тканин без акценту на деструктивних змінах, нехарактерних для короткотривалого періоду спостереження у пацієнтів без пародонтиту. Отримані результати дали змогу оцінити середній рівень пародонтальних показників та їх міжіндивідуальну варіабельність у різні періоди ортодонтичного лікування (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка пародонтальних показників у процесі ортодонтичного лікування залежно від типу апаратури (середнє значення ± стандартне відхилення)

| Показник | Час | Елайнери | Вестибулярні брекет-системи |
|----------|-----|-------------|-----------------------------|
| PI, бали | T0 | 0,62 ± 0,23 | 0,60 ± 0,21 |
| | T1 | 0,74 ± 0,25 | 1,12 ± 0,30 |
| | T3 | 0,70 ± 0,24 | 1,20 ± 0,33 |
| | T6 | 0,68 ± 0,22 | 1,15 ± 0,31 |
| GI, бали | T0 | 0,58 ± 0,20 | 0,57 ± 0,19 |
| | T1 | 0,66 ± 0,22 | 0,98 ± 0,27 |
| | T3 | 0,64 ± 0,21 | 1,05 ± 0,28 |
| | T6 | 0,61 ± 0,20 | 1,00 ± 0,26 |
| BOP, % | T0 | 9,8 ± 4,6 | 10,1 ± 4,9 |
| | T1 | 12,4 ± 5,3 | 22,7 ± 7,1 |
| | T3 | 11,8 ± 5,1 | 25,9 ± 7,8 |
| | T6 | 10,9 ± 4,8 | 23,4 ± 7,2 |
| PD, мм | T0 | 2,10 ± 0,19 | 2,11 ± 0,20 |
| | T1 | 2,14 ± 0,20 | 2,25 ± 0,22 |
| | T3 | 2,13 ± 0,21 | 2,30 ± 0,24 |
| | T6 | 2,12 ± 0,20 | 2,28 ± 0,23 |

Джерело: власна розробка автора

Отримана динаміка свідчить, що в обох групах на ранньому етапі лікування (Т1) фіксується зростання індексів, що є очікуваною реакцією на зміну умов гігієни, появу нових ретенційних зон і адаптацію пацієнта до ортодонтичного режиму. Водночас характер цієї реакції суттєво різниться залежно від типу апаратури. У групі елайнерів підвищення показників РІ та GІ має помірний і транзиторний характер із тенденцією до стабілізації на етапах Т3–Т6, що узгоджується з можливістю повноцінного очищення зубів після зняття кап, а також із відсутністю постійних фіксованих елементів, які утримують наліт у пришийковій ділянці. Зміни ВОР у цій групі демонструють обмежене коливання в межах низьких значень, що свідчить про контрольовану запальну відповідь ясен за умов стандартизованого профілактичного супроводу. Показник РD практично не змінюється, що додатково вказує на відсутність тенденції до формування патологічного поглиблення борозни впродовж коротких часових інтервалів пацієнтів без пародонтиту.

У групі вестибулярних брекет-систем найвиразніші відмінності виявляються саме за показниками, чутливими до ретенції нальоту та маргінального запалення. РІ зростає різко вже на етапі Т1 і зберігає підвищені значення на етапах Т3–Т6, що відображає стійкість ретенційних зон навколо брекетів, дуг і лігатурних елементів, навіть за умови інструктажу та контролю. Паралельне підвищення GІ та частки кровоточивості при зондуванні свідчить про те, що накопичення біоплівки транслюється клінічно значущою запальною реакцією ясен, що має тенденцію не лише до появи, а й до тривалого збереження. Невелике, проте стабільне збільшення РD у цій групі інтерпретується як наслідок набряку та гіперплазії маргінальних тканин і зміни архітектоники ясен у відповідь на хронічне подразнення та ускладнений доступ до пришийкових ділянок. З огляду на коротку тривалість спостереження та критерії включення, такі зміни доцільно трактувати як функціонально-запальні, а не як ознаку деструктивного пародонтального процесу. Експеримент надав можливість кількісно відмежувати «фонову» адаптаційну реакцію пародонта, властиву початку ортодонтичного лікування, від апаратурно-зумовленого ефекту, що підтримує запалення в часі. Таким чином, отримані відмінності мають безпосереднє прикладне значення для клінічної тактики: при застосуванні фіксованих вестибулярних систем потреба в інтенсивнішому профілактичному супроводі та частішому контролі індексів є більш обґрунтованою, тоді як при лікуванні елайнерами ключовим стає контроль комплаєнсу носіння кап і гігієнічної дисципліни в ранній адаптаційний період. У підсумку порівняння в часових інтервалах дає змогу не лише констатувати відмінності між апаратурами, а й визначити критичні точки ризику (переважно перші 1–3 місяці), коли профілактичні втручання мають найбільшу ефективність для попередження стійкого гінгівіту та запобігання погіршенню пародонтальних показників.

Експериментальний аналіз динаміки пародонтальних показників засвідчив наявність низки науково-практичних проблем, що не можуть бути пояснені

виключно рівнем індивідуальної гігієни пацієнтів і мають безпосередній зв'язок із типом ортодонтичної апаратури. Насамперед встановлено, що фіксовані вестибулярні брекет-системи формують стійкі зони ретенції зубного нальоту, які зберігаються протягом усього періоду спостереження та супроводжуються тривалим підвищенням гінгівальних індексів і кровоточивості ясен, навіть за умов стандартизованого профілактичного супроводу. Це свідчить про обмеженість традиційних гігієнічних рекомендацій у випадках, коли конструктивні особливості апаратури створюють постійні морфологічні та мікробіологічні передумови для запалення. Другою проблемою є часовий характер розвитку запальних змін, експериментально зафіксований у перші місяці ортодонтичного лікування, коли відбувається формування стійкої негативної динаміки пародонтальних показників. Надалі ці зміни демонструють тенденцію до стабілізації на підвищеному рівні, що ускладнює їх корекцію стандартними профілактичними заходами. Така динаміка вказує на несвоечасність пародонтологічного контролю в традиційних ортодонтичних протоколах, де інтенсивність профілактичного супроводу часто не відповідає критичним періодам ризику [4, р. 255]. Окрім того, окремою науково-практичною проблемою є недооцінювання клінічного значення помірних, але стійких запальних змін тканин пародонта, які не супроводжуються формуванням глибоких пародонтальних кишень. Результати експерименту свідчать, що такі зміни можуть зберігатися протягом тривалого часу та потенційно впливати на біомеханіку переміщення зубів і стабільність ортодонтичних результатів. Це обмежує інформативність підходів, зорієнтованих виключно на виявлення деструктивних форм уражень пародонта, і вимагає перегляду критеріїв оцінювання безпеки ортодонтичного лікування.

З урахуванням експериментально підтверджених відмінностей у динаміці пародонтальних показників доцільно розглядати тип ортодонтичної апаратури як один із ключових чинників прогнозування пародонтальних ризиків. За наявності початкових запальних змін тканин пародонта або зниженого рівня гігієнічної дисципліни перевагу доцільно надавати елайнерам, використання яких асоціюється з менш вираженою та транзиторною запальною реакцією ясен за умов належного контролю носіння. Натомість ураження застосування вестибулярних брекет-систем профілактичний супровід має бути інтенсифікований уже з перших місяців лікування, зокрема з акцентом на контроль ретенційних зон і раннє виявлення стійких запальних змін.

Експериментальні дані свідчать про доцільність концентрації профілактичних заходів у ранні терміни ортодонтичного лікування, коли формується подальша траєкторія пародонтальної відповіді. Регулярний моніторинг гінгівальних і гігієнічних індексів у встановлені часові інтервали доцільно розглядати не як допоміжний елемент, а як складник ортодонтичного протоколу, що дає змогу своєчасно коригувати тактику лікування. Реалізація таких рекомендацій забезпечує збереження пародонтального здоров'я, зниження

ризикую хронізації запальних процесів і підвищує довготривалу стабільність результатів ортодонтичного лікування.

Висновки. У ході проведеного дослідження встановлено, що ортодонтичне лікування супроводжується закономірними змінами стану тканин пародонта, характер і динаміка яких істотно залежать від типу ортодонтичної апаратури. Отримані результати свідчать, що застосування елайнерів забезпечує більш стабільний перебіг пародонтальної відповіді з переважно транзиторними запальними змінами, тоді як використання вестибулярних брекет-систем асоціюється зі стійким накопиченням зубного нальоту та тривалішим підвищенням гінгівальних і запальних показників.

Встановлено, що ключовими науково-практичними проблемами ортодонтичного лікування є апаратурно зумовлена ретенція зубного нальоту, часово критичний

характер формування запальних змін у перші місяці лікування, а також недооцінювання клінічного значення помірних, але стійких запальних реакцій тканин пародонта. Показано, що відсутність деструктивних уражень пародонта не виключає наявності чинників ризику, здатних впливати на перебіг і стабільність ортодонтичного лікування.

Обґрунтовано доцільність диференційованого вибору ортодонтичної апаратури та необхідність інтенсифікованого пародонтологічного супроводу, особливо на ранніх етапах ортодонтичного лікування. Перспективи подальших досліджень пов'язані з оцінюванням довготривалого впливу хронічних запальних змін тканин пародонта на стабільність ортодонтичних результатів і розробленням індивідуалізованих профілактичних протоколів з урахуванням типу ортодонтичної апаратури.

REFERENCES

1. Thota H, Vanteddu H, Singavarapu H, Sunkara P, Pillutla CKD, Vanteddu H IV, Pillutla CKD. Comparative evaluation of oral health status in patients undergoing orthodontic treatment with clear aligner therapy versus conventional fixed appliance therapy: an umbrella review. *Cureus*. 2026;18(2):e103744. doi:10.7759/cureus.103744.
2. Xu M, Li G, Tian J, Xie F, Zuo J, Hu J, Wang W. Comparison of the effects of clear aligners and fixed appliances on the oral microbiota and reactive oxygen species: a prospective study. *Front Cell Infect Microbiol*. 2025;15:1738047. doi:10.3389/fcimb.2025.1738047.
3. Sen S, Wani MA, Kour J, Siddiqui S, Chatterjee S, Devi A. Comparative evaluation of periodontal pathogen load and health in patients treated with fixed orthodontic appliances versus clear aligners: a prospective clinical study. *Cureus*. 2025;17(9):e93016. doi:10.7759/cureus.93016.
4. Lombardo L, Palone M, Scapoli L, Siciliani G, Carinci F. Short-term variation in the subgingivalmicrobiota in two groups of patients treated with clear aligners and vestibular fixed appliances: a longitudinal study. *OrthodCraniofacRes*. 2021;24(2):251-260. doi:10.1111/ocr.12427.
5. Favero R, Libralato L, Balestro F, Volpato A, Favero L. Edge level of aligners and periodontal health: a clinical perspective study in young patients. *Dental Press J Orthod*. 2023;28(1):e2321124. doi:10.1590/2177-6709.28.1.e2321124.oar.
6. Bucur SM, Bud E, Decusară M, Olteanu CD. Retrospective study on orthodonticgingivalrecession correction using clear aligners. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(12):2024. doi:10.3390/medicina60122024.
7. Romito M, Nota A, Ferrini F, DalPorto G, Mangano FG, Tecco S. Dimensional changes of the gingivaltissues induced by clear aligners and fixed orthodontic appliances. *J Dent*. 2024;151:105335. doi:10.1016/j.jdent.2024.105335.
8. Giannini L, Galbiati G, Tartaglia FC, Grecolini ME, Maspero C, Biagi R. Orthodontic treatment with fixed appliances versus aligners: an experimental study of periodontal aspects. *Dent J (Basel)*. 2025;13(2):70. doi:10.3390/dj13020070.
9. Di Spirito F, D'Ambrosio F, Cannata D, D'Antò V, Giordano F, Martina S. Impact of clear aligners versus fixed appliances on periodontal status of patients undergoingorthodontic treatment: a systematic review of systematic reviews. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(9):1340. doi:10.3390/healthcare11091340.
10. Issa FHKM, Issa ZHKM, Rabah AF, Hu L. Periodontal parameters in adult patients with clear alignersorthodontic treatment versus three other types of brackets: a cross-sectional study. *J OrthodSci*. 2020;9(1):4. doi:10.4103/jos.JOS_54_17.
11. Antonio-Zancajo L, Montero J, Garcovich D, Alvarado-Lorenzo M, Albaladejo A, Alvarado-Lorenzo A. Comparative analysis of periodontalpain according to the type of precision orthodontic appliances: vestibular, lingual and aligners. A prospective clinical study. *Biology (Basel)*. 2021;10(5):379. doi:10.3390/biology10050379.
12. Alvarado-Lorenzo A, Antonio-Zancajo L, Baptista H, ColinoGallardo P, Albaladejo-Martinez A, Garcovich D, Alcón S. Comparative analysis of periodontalpain and quality of life in patients with fixed multibracket appliances and aligners (Invisalign®): longitudinal clinical study. *BMC Oral Health*. 2023;23:850. doi:10.1186/s12903-023-03565-z.
13. Alcón S, Curto A, Alvarado M, Albaladejo A, Garcovich D, Alvarado-Lorenzo A. Comparative analysis of periodontalpain using two different orthodontictechniques, fixed multibrackets and removablealigners: a longitudinal clinical study with monthly follow-ups for 12 months. *ApplSci*. 2021;11(24):12013. doi:10.3390/app112412013.
14. Samulak R, Suwała M, Górski B, Machoy M. Evaluating clear aligners versus fixed appliances for periodontal patients: a comprehensive narrative review of current evidence. *ApplSci*. 2024;14(21):9931. doi:10.3390/app14219931.
15. Dipalma G, Inchingolo AD, Fiore A, Balestriere L, Nardelli P, Casamassima L, Inchingolo AM. The differential impact of clear aligners and fixed orthodontic appliances on periodontal health: a systematic review. *Children (Basel)*. 2025;12(2):138. doi:10.3390/children12020138.
16. Oikonomou E, Foros P, Tagkli A, Rahiotis C, Eliades T, Koletsis D. Impact of aligners and fixed appliances on oral health during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Oral Health PrevDent*. 2021;19:b2403661. doi:10.3290/j.ohpd.b2403661.
17. Kim JE, Kim S, Kim DH. Comparison of oral health status, oral hygiene management behaviours and satisfaction of patients with fixed orthodonticappliance and clear aligner: a quasi-experimental design. *Int J DentHyg*. 2024;22(4):939-948. doi:10.1111/idh.12813.

18. Alasiri MM, Almalki A, Alotaibi S, Alshehri A, Alkhurajji AA, Thomas JT. Association between gingival phenotype and periodontal disease severity: a comparative longitudinal study among patients undergoing fixed orthodontic therapy and Invisalign treatment. *Healthcare (Basel)*. 2024;12(6):656. doi:10.3390/healthcare12060656.

Motulsky H. *Intuitive biostatistics: a nonmathematical guide to statistical thinking*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2014. 540 p. URL: <https://books.google.com/books?id=ZLDWAgAAQBAJ>

Sullivan LM. *Essentials of biostatistics in public health*. 4th ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning; 2023. 400 p. URL: <https://books.google.com/books?id=IMq8EAAAQBAJ>

Дата першого надходження статті до видання: 16.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Іваницька Олена Сергіївна,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Полтавський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-4789-8503
м. Полтава, Україна

Ткаченко Павло Іванович,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри дитячої хірургічної стоматології,
Полтавський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0003-1858-9063
м. Полтава, Україна

Скікевич Маргарита Георгіївна,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Полтавський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-4401-2703
м. Полтава, Україна

Бойко Ігор Васильович,
кандидат медичних наук,
асистент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Полтавський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-6136-3791
м. Полтава, Україна

Торопов Олександр Анатолійович,
доктор філософії,
асистент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Полтавський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-9805-5469
м. Полтава, Україна.

Личман Віталій Олександрович,
доктор філософії,
асистент кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії,
Полтавський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0001-7953-7756
м. Полтава, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЗАГОЄННЯ ПІСЛЯЕКСТРАКЦІЙНОЇ РАНИ ТА РЕГЕНЕРАЦІЇ КІСТКОВОГО ДЕФЕКТУ ЩЕЛЕП ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЗГУСТКІВ А-PRF

Вступ. Операція видалення зуба, особливо атипичне видалення ретенуваних і дистопованих нижніх третіх молярів, залишається одним з найбільш поширених оперативних втручань в хірургічній стоматології. Незважаючи на вдосконалення хірургічних протоколів, частота післяопераційних ускладнень, таких як альвеоліт, набряк, больовий синдром та формування стійкого кісткового дефекту щелеп у ділянці дистальної поверхні другого моляра, залишається високою.

Мета дослідження. Підвищити ефективність хірургічного лікування пацієнтів із ретенцією та дистопією нижніх третіх молярів шляхом застосування методики заповнення постекстракційної лунки збагаченим тромбоцитами фібрином (А-PRF).

Проведено клінічне дослідження за участю 80 пацієнтів (віком 18–35 років) із діагнозом ретенція та дистопія нижнього третього моляра. Пацієнти були розподілені на дві групи по 40 осіб: основну, де після видалення зуба лунка заповнювалася А-PRF мембранами, та контрольну, де загоєння відбувалося під кров'яним згустком. Оцінка результатів проводилася за клінічними (біль за ВАШ, набряк, епітелізація) та рентгенологічними (КПКТ через 6 місяців для оцінки щільності кісткового регенерату) параметрами.

© Іваницька О. С., Ткаченко П. І., Скікевич М. Г.,
Бойко І. В., Торопов О. А., Личман В. О., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

У пацієнтів основної групи спостерігалось достовірне зниження больового синдрому на 3-тю добу після операції ($p \leq 0,05$) та пришвидшення епітелізації рани. Аналіз даних КПКТ через 6 місяців продемонстрував, що щільність новоутвореної кісткової тканини в основній групі була на 35% вищою порівняно з контрольною групою. Також відзначено значне зменшення глибини пародонтальних кишень в ділянці других молярів у групі із застосуванням А-PRF.

Висновки. Використання методики А-PRF при операції атипичного видалення нижнього третього моляра дозволяє значно покращити клінічний перебіг післяопераційного періоду, пришвидшити загоєння рани м'яких тканин та забезпечити якісну регенерацію кісткового дефекту щелеп.

Ключові слова: видалення зуба, моляр, кістковий дефект щелеп, загоєння рани, ретенція, дистопія, А-PRF, остеорегенерація.

Ivanytska Olena Sergiivna, Candidate of Medical Science, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Poltava State Medical University; ORCID ID: 0000-0002-4789-8503, Poltava, Ukraine

Tkachenko Pavlo Ivanovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Children's Surgical Dentistry, Poltava State Medical University; ORCID ID: 0000-0003-1858-9063, Poltava, Ukraine

Skikeych Margaryta Georgiivna, Candidate of Medical Science, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Poltava State Medical University; ORCID ID: 0000-0002-4401-2703, Poltava, Ukraine

Boyko Ihor Vasyliovych, Candidate of Medical Science, Assistant Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Poltava State Medical University; ORCID ID: 0000-0002-6136-3791, Poltava, Ukraine

Toropov Oleksandr Anatoliiovych, PhD, Assistant Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Poltava State Medical University; ORCID ID: 0000-0002-9805-5469, Poltava, Ukraine

Lychman Vitaliy Oleksandrovyich, PhD, Assistant Professor at the Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Poltava State Medical University; ORCID ID: 0000-0001-7953-7756, Poltava, Ukraine

OPTIMIZATION OF POSTEXTRACTION WOUND HEALING AND REGENERATION OF BONE DEFECTS OF THE JAWS USING AUTOLOGOUS BLOOD CONCENTRATES

Introduction. Tooth extraction, especially atypical removal of impacted and dystopic lower third molars, remains one of the most common surgical interventions in oral surgery. Despite the improvement of surgical protocols, the frequency of postoperative complications, such as dry sockets, edema, pain syndrome, and the formation of a persistent bone defect of the jaws in the area of the distal surface of the second molar, remains high.

Purpose of the study. To improve the effectiveness of surgical treatment of patients with retention and dystopia of the lower third molars by using the technique of filling the post-extraction socket with platelet-rich fibrin (A-PRF).

A randomized controlled clinical trial was conducted involving 80 patients (aged 18–35) with a diagnosis of retention and dystopia of the lower third molars. Patients were divided into two groups of 40 people: the main group, in which the socket was filled with A-PRF membranes after tooth extraction, and the control group, in which healing occurred under a blood clot. The results were evaluated according to clinical (pain according to VAS, swelling, epithelialization) and radiological (CBCT after 6 months to assess the density of the regenerated bone) parameters.

Patients in the main group had a significant decrease in pain syndrome on the 3rd day after surgery ($p \leq 0,05$) and accelerated wound epithelialization. Analysis of CPCT data after 6 months showed that the density of newly formed bone tissue in the main group was 35% higher compared to the control group. A significant decrease in the depth of periodontal pockets in the area of the second molars was also noted in the group using A-PRF.

Conclusion. The use of the A-PRF technique in the operation of atypical removal of the lower third molar allows for significant improvement in the clinical course of the postoperative period, accelerates the healing of the soft tissue wound and ensures high-quality regeneration of the jawbone defect.

Key words: tooth extraction, molar, jaw bone defect, wound healing, retention, dystopia, A-PRF, osteoregeneration.

Вступ. Найбільш розповсюдженим оперативним втручанням у хірургічній стоматології є операції видалення зуба, а переважну частину серед різних груп зубів, до яких застосовується операція атипичного видалення, займають саме нижні треті моляри [1, 2]. Згідно з літературними джерелами, ретенція та дистопія нижніх третіх молярів зустрічається у 20–30% населення, що часто призводить до розвитку перикоронітів, каріозного ураження дистальної поверхні другого моляра, утворення кіст та формування скупченості фронтальної групи зубів нижньої щелепи [3, 4].

Операція видалення зуба у випадках ретенції, особливо за умов медіального нахилу або горизонтального положення нижнього третього моляра, супроводжується значною травматизацією кісткової тканини, що обумовлено необхідністю проведення остеотомії, сепарації коренів та відшарування значного за площею слизово-

окісного клаптя. Це призводить до формування вираженого післяопераційного набряку, больового синдрому, тризму та, у деяких випадках, пошкодження нижнього альвеолярного нерва, що переважно обумовлено анатомічними особливостями та травматичністю самого втручання [5, 6]. Як результат, однією з найбільш значущих, але часто ігнорованих проблем, є формування стійкого післяопераційного кісткового дефекту у ретромолярній ділянці нижньої щелепи [3, 7].

Загоєння рани після видалення ретензованого зуба є складним біологічним процесом, який включає фази запалення, проліферації та ремоделювання. У випадках, коли кістковий дефект значний, а регенеративний потенціал організму знижений або порушений внаслідок травматичного оперативного втручання, процес відновлення може завершитися формуванням неповноцінної кісткової тканини або фіброзним замі-

щенням утвореного дефекту. Це створює умови для втрати кісткової підтримки дистального кореня другого моляра, що в довгостроковій перспективі загрожує втратою і цього зуба [1, 8, 9].

Сучасна наука пропонує різноманітні методи оптимізації процесів репаративної регенерації, включаючи використання ксеногенних кісткових матеріалів та синтетичних мембран. Проте, золотим стандартом сьогодні стають аутологічні концентрати крові, зокрема збагачений тромбоцитами фібрин (PRF). Фактори росту (PDGF, TGF- β , VEGF), що містяться у фібриновому згустку, здатні стимулювати ангиогенез та остеогенез, що робить цей метод перспективним для закриття кісткових дефектів після видалення нижнього третього моляра [10].

Незважаючи на наявність досліджень, питання впливу A-PRF-матеріалів саме на щільність кісткового регенерату при значних дефектах (клас III за Pell & Gregory) потребує глибшого вивчення із застосуванням високоточних методів променевої діагностики [1, 11].

Метою дослідження було підвищити ефективність хірургічного лікування пацієнтів із ретенцією та дистопією нижніх третіх молярів шляхом застосування методики заповнення постекстракційної лунки збагаченим тромбоцитами фібрином (A-PRF) у формі мембрани.

Методологія та методи дослідження. Дослідження проводилося на базі кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицевої хірургії Полтавського державного медичного університету у відділенні лікувально-хірургічної стоматології з підрозділом екстреної та невідкладної стоматологічної допомоги КНП «Полтавський обласний центр стоматології – стоматологічна клінічна поліклініка» Полтавської обласної ради. У дослідження було включено 80 пацієнтів (45 жінок та 35 чоловіків) віком від 18 до 35 років.

Критерії включення: наявність ретензованого та дистопованого нижнього третього моляра (клас II або III, позиція B або C за Pell & Gregory); відсутність гострого запального процесу на момент операції; відсутність декомпенсованої загальносоматичної патології, що впливає на згортання крові та регенерацію кістки.

Критерії виключення включали наявність декомпенсованих хронічних захворювань, психічних розладів, захворювань тканин пародонту (генералізований пародонтит у гострій стадії), вагітність та небажання брати участь у дослідженні.

На початку дослідження всіх учасників було проінформовано про цілі, методи, протоколи та потенційні наслідки запланованого дослідження, після чого вони підписали письмову форму інформованої згоди на проведення лікування та участь у науковому дослідженні. Протокол дослідження відповідав принципам Гельсінської декларації про етичні принципи медичних досліджень за участю людей та був схвалений Комітетом з біоетики Полтавського державного медичного університету (протокол № 246 від 19.02.2026 року) [20].

Пацієнти були розподілені на дві групи:

Контрольна група (n=40): проводилося класичне атипове видалення, лунка заповнювалася самостійно кров'яним згустком, з накладанням швів.

Основна група (n=40): після видалення зуба в лунку з кістковий дефект вводили мембрани A-PRF, отримані з власної венозної крові пацієнта, з наступним накладанням швів.

Хірургічний протокол: всі оперативні втручання проводилися під місцевою анестезією (розчин артикаїну гідрохлориду 4% з епінефрином 1:100 000). Дизайн розрізу включав внутрішньоборозенковий розріз у ділянці другого моляра з продовженням у ретромолярну ділянку. Після відшарування повношарового мукоперіостального клаптя проводилася остеотомія з рясним охолодженням стерильним фізіологічним розчином. За необхідності виконувалася однтосекція. Після проведення екстракції рана ушивалася наглухо вузловими швами (поліамід 5-0).

У пацієнтів основної групи перед початком операції проводився забір венозної крові (20 мл) у вакуумні пробірки без антикоагулянту. Центрифугування проводилося за протоколом A-PRF (1300 об./хв протягом 14 хвилин). Отримані фібринові згустки переміщували у спеціальний бокс для отримання мембран. Мембрани вкладалися у кістковий дефект щелепи, рана ушивалася наглухо вузловими швами (поліамід 5-0).

Всі пацієнти отримували однакові рекомендації щодо догляду за порожниною рота в післяопераційний період, фізичної активності та дієти. Медикаментозне протизапальне лікування було аналогічним.

Методи оцінки результатів:

Клінічні: інтенсивність болю за візуально-аналоговою шкалою (ВАШ) на 1-шу, 3-тю та 7-му добу; вираженість колатерального набряку (вимірювання відстані між антропометричними точками обличчя: кут нижньої щелепи – крило носа, кут нижньої щелепи – кут ока); стан загоєння м'яких тканин (індекс Landry).

Рентгенологічні: проведення КПКТ через 6 місяців після операції; денситометричний аналіз регенерату (вимірювання в одиницях Хаунсфілда – dHU) у зоні попереднього кісткового дефекту.

Статистична обробка даних проводилася з використанням програми GraphPad Prism 10.6.1. Для статистичного аналізу даних використовували методи описової статистики, та порівняльної – однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA з використанням поправки Бонферроні. Результати вважалися статистично вірогідними за умови значення показника вірогідності $p \leq 0,05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз перебігу раннього післяопераційного періоду показав суттєві відмінності між групами. На 1-шу добу після операції рівень болю за шкалою ВАШ незначно відрізнявся в обох клінічних групах ($6,4 \pm 1,2$ бала в контрольній та $5,9 \pm 1,1$ – в основній), що можна пояснити травматичністю втручання. Проте, вже на 3-тю добу в основній групі спостерігали різке зниження больових відчуттів до $2,1 \pm 0,8$ бала, тоді як у контрольній групі цей показник становив $4,5 \pm 1,0$ бала ($p \leq 0,05$). Пацієнти основної групи відмовилися від прийому анальгетиків в середньому на 2 дні раніше.

Динаміка колатерального набряку м'яких тканин також була показовою. Максимальний набряк в обох групах фіксувався на 2-гу добу. Однак регре-

сія набряку в групі із застосуванням мембран A-PRF відбувалася значно швидше: на 5-ту добу асиметрія обличчя в основній групі була візуально непомітною у 85% пацієнтів, проти 40% у контрольній групі.

Оцінка загоєння рани слизової оболонки показала, що повна епітелізація в ділянці швів в основній групі наступала на 7–8 добу, тоді як у контрольній групі у 15% випадків спостерігалось вторинне загоєння або розходження країв рани (дегісценція) через відсутність стабільного субстрату під клаптом.

Через 6 місяців після проведення оперативного втручання усім пацієнтам було проведено контрольне КПКТ-дослідження нижньої щелепи. Головним досліджуваним критерієм була ступінь відновлення кісткової тканини в ретромолярній ділянці.

При аналізі даних КПКТ встановлено, що застосування A-PRF після проведення операції видалення зуба дозволило отримати кістковий регенерат більш високої щільності ($780,6 \pm 9,83$ dHU у основній групі проти $450,5 \pm 5,94$ dHU у контрольній, $p \leq 0,05$), що наближається до щільності нативної трабекулярної кістки нижньої щелепи. Окрім того, у 30% пацієнтів контрольної групи зберігався дефект кісткової тканини на дистальній поверхні другого моляра, що створювало умови для затримки їжі та розвитку пародонтиту. У пацієнтів основної групи така проблема була майже відсутня.

Операція видалення зуба при складних анатомічних умовах неминуче призводить до утворення значного кісткового дефекту щелеп. Традиційне ведення рани під кров'яним згустком не завжди забезпечує адекватну регенерацію кісткової тканини, особливо у випадках, коли хірург вдається до видалення значного об'єму кортикальної пластинки [2, 5]. Наші результати корелюють з даними міжнародних досліджень, які вказують на те, що розвиток запальних ускладнень, переважно альвеоліту, та сповільнене загоєння є частими ускладненнями при класичному підході до операції атипичного видалення ретенаного нижнього третього моляра [6, 12].

Використання матеріалів A-PRF базується на концепції повільного вивільнення факторів росту з фібринового матриксу протягом 7–10 днів. Цей період має критичне значення для ангиогенезу. Загоєння рани при наявності фібринової мембрани відбувається швидше завдяки стимуляції міграції фіброblastів та остеобlastів, завдяки високій концентрації факторів росту, наявних у утвореній мембрані [10, 13].

Важливий вплив на постекстракційне загоєння лунки має використання ротаційних систем або п'єзохірургії. П'єзоелектричний пристрій є ефективним у зменшенні короткострокових наслідків болю

та набряку, хоча, займаючи більше часу, ніж звичайна ротаційна техніка, він значно зменшує пов'язані з цим післяопераційні наслідки операції з видалення третього моляра [14, 15].

Важливим аспектом нашого дослідження є підтвердження того, що матеріал A-PRF не лише пришвидшує загоєння м'яких тканин, але й суттєво впливає на мінералізацію кісткової тканини. Різниця у оптичній щільності кістки в понад 300 dHU між групами свідчить про те, що фібриновий матрикс слугує не просто «біологічною пов'язкою», а повноцінним каркасом для процесів остеокондукції. Зменшення післяопераційного болю та набряку в основній групі можна пояснити протизапальними властивостями лейкоцитів, що входять до складу A-PRF. Це підтверджує теорію про імуномодулюючий ефект аутологічних концентратів крові [10].

Окремої уваги заслуговує стан дистальної поверхні другого моляра. Оскільки за даними багатьох дослідників та клініцистів, видалення третіх молярів часто призводить до пародонтальних дефектів біля сусідніх зубів [1, 3, 9].

Наше дослідження має кілька обмежень. Невеликий розмір вибірки цього дослідження обмежував статистичну потужність для оцінки кореляції між результатами лікування, тому для підтвердження наших висновків необхідні подальші дослідження з більшим розміром вибірки та врахуванням віддалених результатів лікування. Крім того, ми не враховували вплив таких факторів, як спосіб життя, дієта, інтенсивність фізичної активності та якість сну в пацієнтів.

Висновки. Місцеве застосування аутологічного фібрину (A-PRF) у формі мембран при атипичному видаленні нижніх третіх молярів дозволяє зменшити післяопераційний больовий синдром та набряк, скорочуючи період реабілітації пацієнтів. Загоєння рани при використанні мембран A-PRF характеризується швидшою епітелізацією та меншим ризиком розвитку альвеоліту. Рентгенологічний аналіз підтверджує, що заповнення постекстракційної лунки матеріалом A-PRF сприяє формуванню більш щільної кісткової тканини (на 35–40% вища мінералізація порівняно з контролем) у віддаленому періоді (через 6 місяців), що забезпечує стабільність нижнього другого моляра.

Перспективи подальших досліджень. Дослідження ефективності застосування тромбоцитарних концентратів при планових та ургентних хірургічних втручаннях в щелепно-лицевій ділянці залишається актуальним напрямком наукового пошуку. Подібні дослідження потребують масштабування та можливого врахування гендерних особливостей та наявності загальносоматичної патології у пацієнтів.

REFERENCES

1. Monaco G, Gatto MRA, Pelliccioni GA. Incidence of Delayed Infections after Lower Third Molar Extraction. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):4028. doi: 10.3390/ijerph19074028.
2. Suzuki S, Ohta Y, Ogawa H, Kamijo H, Sugihara N. Tooth Extraction, Dental Visits, and Glucose Levels: a Retrospective Study. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2025;66(4):135–143. doi: 10.2209/tdcpublish.2025-0005.
3. Ariizumi D, Sakamoto T, Yamamoto M, Nishii Y. External Root Resorption of Second Molars Due to Impacted Mandibular Third Molars during Orthodontic Retention. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2022;63(3):129–138. doi: 10.2209/tdcpublish.2021-0044.
4. Lokes KP, Karasiunok AY, Smaglyuk LV, Voloshyna LI, Voronkova HV, Rezvina K Yu. Operatsiya vydalennya zuba yak skladova ortodontychnoho likuvannya [Tooth extraction operation as a component of orthodontical treatment]. *Ukrainian Dental Almanac*. 2024;2:32–35. doi: 10.31718/2409-0255.2.2024.06. [in Ukrainian].

-
5. Lokes KP, Avetikov HD, Ivanytska OS, Steblovskiy DV, Skikevych MG, Ivanytskyi IO, Avetikov DS. Analysis of methods of prevention of intra- and postoperative complications during tooth extraction. *World of Medicine and Biology*. 2024;2(88):231-236. doi: 10.26724/2079-8334-2024-2-88-231-236.
 6. Camps-Font O, Sábado-Bundó H, Toledano-Serrabona J, Valmaseda-de-la-Rosa N, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E. Antibiotic prophylaxis in the prevention of dry socket and surgical site infection after lower third molar extraction: a network meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2024;53(1):57-67. doi: 10.1016/j.ijom.2023.08.001.
 7. Lu Z, Bingquan H, Jun T, Fei G. Effectiveness of concentrated growth factor and laser therapy on wound healing, inferior alveolar nerve injury and periodontal bone defects post-mandibular impacted wisdom tooth extraction: A randomized clinical trial. *Int Wound J*. 2024;21(1):e14651. doi: 10.1111/iwj.14651.
 8. Kolesnichenko MO, Savchenko DV, Savchenko VV, Ivaniuk OS, Zhyvotovskiy IV, Yacenko PI, Lokes KP. Dynamics of changes in biochemical markers of blood serum after removal of mandibular molars and augmentation of the alveolar process. *World of Medicine and Biology*. 2023;1(83):96-99. doi: 10.26724/2079-8334-2023-1-83-96-99.
 9. Avetikov HD, Lokes KP. Dynamika klinichnykh pokaznykiv zahoyennya postekstraktsiynoyi rany pislya vydalennya mezial'no nakhylenykh retenovanykh nyzhnykh tretikh molyariv [Dynamics of clinical indicators of healing post-extraction wounds after removal of mesially inclined impacted lower third molars]. *Actual Problems of the Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 2024; 24(4):133-137. doi: 10.31718/2077-1096.24.4.133. [in Ukrainian].
 10. Tanan Karaca G, Duygu G, Er N, Ozgun E. Comparative Investigation of Anti-Inflammatory Effect of Platelet-Rich Fibrin after Mandibular Wisdom Tooth Surgery: A Randomized Controlled Study. *J Clin Med*. 2023;12(13):4250. doi: 10.3390/jcm12134250.
 11. Santos KK, Lages FS, Maciel CAB, Glória JCR, Douglas-de-Oliveira DW. Prevalence of Mandibular Third Molars According to the Pell & Gregory and Winter Classifications. *J Maxillofac Oral Surg*. 2022;21(2):627-633. doi: 10.1007/s12663-020-01473-1.
 12. Miyazaki R, Sukegawa S, Nakagawa K, Nakai F, Nakai Y, Ishihama T, Miyake M. Risk Factors for Delayed-Onset Infection after Mandibular Wisdom Tooth Extractions. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(6):871. doi: 10.3390/healthcare11060871.
 13. Avetikov DS, Lokes KP, Ischenko VV. Zminy mineralnoho komponentu nyzhnoschelepovoyi kistky v dynamici reparatyvnoho osteohenezu za umov khronichnoyi nitratnoyi intoksykatsiyi [Changes in the mineral component of the mandibular cyst in the dynamics of reparative osteogenesis under conditions of chronic nitrate intoxication]. *Bulletin of problems in biology and medicine*. 2014;1:37-9. [in Ukrainian].
 14. Bhati B, Kukreja P, Kumar S, Rathi VC, Singh K, Bansal S. Piezosurgery versus Rotatory Osteotomy in Mandibular Impacted Third Molar Extraction. *Ann Maxillofac Surg*. 2017;7(1):5-10. doi: 10.4103/ams.ams_38_16.
 15. Avetikov HD, Lokes KP. Vplyv metodyky provedennya operatsiyi atypovoho vydalennya nyzhn'oho tret'oho molyaru na dynamiku klinichnykh pokaznykiv [Impact of surgical technique for atypical mandibular third molar removal on clinical parameter dynamics]. *Actual Problems of Modern Medicine*. 2025;25,4(92):103-106. doi: 10.31718/2077-1096.25.103. [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 10.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Кенюк Андрій Тарасович,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри ортопедичної стоматології,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-6093-0785
м. Ужгород, Україна

ПРОГНОСТИФІКАЦІЯ ВТРАТИ ТА КРИТИЧНОЇ КОМПРОМЕТАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ПЕРСПЕКТИВИ КЛІНІЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ

Вступ. Акумуляція та таргетне опрацювання даних щодо трендів розвитку та фактичної експериментальної ефективності запропонованих моделей штучного інтелекту, сфокусованих на квантифікації ймовірності втрати дентальних імплантатів чи критичної компрометації їх функціонального стану, сприятиме об'єктивізації рівнів їх перспективної застосовуваності та значущості при вихідній клінічній оцінці прогнозу та виборі методу реабілітації ортопедичними конструкціями різного типу на внутрішньокісткових опорах з варіативними сценаріями розподілу таких.

Мета дослідження. Оцінити предикативну значущість та доцільність безпосереднього клінічного впровадження систем машинного навчання для прогнозу ймовірності втрати дентальних імплантатів, а також для квантифікації ризику розвитку умов критичної компрометації їх функціонального стану з неможливістю виконання функції внутрішньокісткової опори протетичних конструкцій.

Матеріали та методи. Дизайн дослідження базувався на принципах системного аналізу та картування наукових джерел, в котрих було висвітлено аспекти застосування методів машинного навчання та штучного інтелекту для прогнозування успішності функціонування, виживання та ризику втрати дентальних імплантатів. Дослідження було виконано з дотриманням рекомендацій щодо прозорості та відтворюваності аналітичних оглядів у сфері медицини із фокусом на досвіді використання клінічно-орієнтованих предикативних моделях, котрі базуються на технології штучного інтелекту. **Результати досліджень та їх обговорення.** Проведений аналіз наукових джерел засвідчив, що системи машинного навчання та штучного інтелекту демонструють загалом високу потенційну ефективність у прогнозуванні функціонування, виживання та ризику втрати дентальних імплантатів, із середніми показниками точності у широкому діапазоні 70-96,13% залежно від типу використовуваних даних і архітектури моделей. Найбільш перспективними виявилися мультимодальні та ансамблеві підходи, які поєднують клінічні, анамнестичні та рентгенологічні дані, однак більшість наявних моделей характеризуються гетерогенністю вибірок, обмеженою зовнішньою валідацією та фокусом переважно на детекції вже сформованих патологічних змін, а не на ранній істинній предикції ризику.

Висновки. Переважна більшість існуючих моделей орієнтована на детекцію вже маніфестованих патологічних змін, зокрема втрати періімплантатійної кісткової тканини або ознак періімплантиту, що фактично обмежує їх функцію до класифікації клінічно несприятливих станів, а не до ранньої істинної предикції ризику. Відсутність систематичної зовнішньої та мультицентричної валідації, недостатня калібрація моделей щодо клінічно значущих кінцевих точок, а також дефіцит уніфікованих і стандартизованих даних знижують рівень доказовості та обмежують широке клінічне впровадження систем машинного навчання та штучного інтелекту вищезазначеної спрямованості.

Ключові слова: дентальний імплантат, прогноз, успішність, критерії, штучний інтелект, машинне навчання, втрата імплантата, стоматологічна реабілітація.

Keniuk Andrii Tarasovych, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Department of Prosthetic Dentistry, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0001-6093-0785, Uzhhorod, Ukraine

PROGNOSTICATION OF LOSS AND CRITICAL COMPROMISE OF THE DENTAL IMPLANTS FUNCTIONAL STATE BY USING MACHINE LEARNING METHODS: PROSPECTS FOR CLINICAL IMPLEMENTATION

Introduction. Accumulation and targeted processing of data regarding trends in development and actual experimental effectiveness of proposed artificial intelligence models focused on quantifying the probability of dental implant loss or critical compromise of their functional status will contribute to the objectification of their prospective applicability and significance during initial clinical prognosis while selecting prosthetic rehabilitation methods using different types of intraosseous fixtures under variable distribution scenarios.

Objective of the research. To assess the predictive significance and feasibility of the direct clinical implementation of machine learning systems for forecasting the probability of dental implant loss, as well as quantifying the risk of conditions leading to critical compromise of their functional capacity, rendering them as incapable of fulfilling the role of intraosseous support for prosthetic structures.

Materials and methods. Study design was based on the principles of systematic analysis and mapping of scientific literature sources covering the application of machine learning and artificial intelligence methods for predicting the performance, survival, and risk of failure of dental implants. Provided research adhered to guidelines ensuring transparency and reproducibility of analytical reviews in medical science, with a focus on clinically-oriented predictive models based on artificial intelligence technologies.

© Кенюк А. Т., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Results and discussion. Analysis of scientific literature indicated that machine learning and artificial intelligence systems generally demonstrate high potential effectiveness in predicting dental implant performance, survival, and risk of failure, with reported accuracy levels ranging from 70% to 96,13%, depending on the type of data used and model architecture. The most promising results were observed with multimodal and ensemble approaches that integrate clinical, anamnestic, and radiographic data. However, most existing models are characterized by sample heterogeneity, limited external validation, and a predominant focus on detecting already manifested pathological changes rather than performing true early risk prediction.

Conclusions. Majority of current models are oriented toward the detection of already manifested pathological changes, such as peri-implant bone loss or signs of peri-implantitis, which essentially restrict their functionality to classification of clinically unfavorable states rather than early prediction. Lack of systematic external and multicenter validation, insufficient calibration of models for clinically significant endpoints, and deficit of unified and standardized datasets reduce the level of evidence and limit the widespread clinical implementation of machine learning and artificial intelligence systems in this domain.

Key words: dental implant, prognosis, success rate, criteria, artificial intelligence, machine learning, implant loss, dental rehabilitation.

Вступ. Сучасні варіанти програмного забезпечення, котрі функціонують з уже імплементованими в їх структуру алгоритмами машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ), передбачають можливості для автоматичного або ж напівавтоматичного планування процедури дентальної імплантації за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії, автоматичної сегментації зон небезпеки, верифікації просторового положення уже встановлених опор, а також їх ідентифікації за особливостями дизайну та розмірними характеристиками [1]. Крім того, доступні цифрові ШІ-базовані інструменти оцінки невідповідностей посадки супраконструкцій на внутрішньокісткові опори, об'єктивізації стану періімплантаційної кісткової тканини з категоризацією клінічної значущості обсягу її редукції та врахуванням часового компоненту за рентгенологічними даними, класифікації досягнутих рівнів успішності на різних за кількістю досліджуваних вибірках з конкретними вихідними характеристиками інтраосальних структур, або ж специфікою їх встановлення [2]. В достатній мірі клінічно валідованими є окремі системи штучного інтелекту, котрі сфокусовані на розробці дизайну конструкцій навігаційних шаблонів, як етапу планування імплантологічних втручань, котрі в значній мірі дозволяють оптимізувати витрати часу в ході хірургічних маніпуляцій [4, 5].

В той же час лише окремі наукові дослідження сфокусовані на перспективах використання машинного навчання та штучного інтелекту для прогнозу успішності функціонування дентальних імплантатів в різних клінічних умовах, що обумовлено обмеженим обсягом сформованих вибірок з уніфікованим рівнем якості репрезентації цільових досліджуваних параметрів як факторів впливу (даних рентгенографії, даних електронних медичних карт, даних нотування клінічних показників в ході моніторингу, даних щодо стоматологічного та соматичного статусу пацієнтів, які можуть бути класифіковані за різними підходами) [5, 6, 7].

Приймаючи до уваги, що рівні успішності функціонування дентальних імплантатів на рівні досліджуваних когорт встановлених інтраосальних опор є достатньо високими, а клінічні та рентгенологічні показники, як критерії оцінки випадків успішного функціонування все-таки можуть частково відрізнятися, попри те, що кумулятивно можуть бути асоційовані із однією і тією ж категорією успішності, доцільним є виокремлення впливу таких предикторів (або ж їх комбінації), які б сприяли прогностичній ідентифікації граничних випадків наслідків дентальної імплантації у формі втрати інтраосальних опор, чи критичної

компрометації їх функціонального стану по причині біологічних чи механічних ускладнень [8, 9]. Такі, зокрема, можуть включати випадки періімплантиту, перелому гвинтів, критичної відсутності конгруентності посадки ортопедичних конструкцій поза межами біологічної та механічної толерантності, ранню втрату інтраосальних опор, сценарії кластерної або ж групової втрати дентальних імплантатів.

Водночас приймаючи до уваги усі доступні наразі надбання експериментальних моделей машинного навчання та штучного інтелекту предикативного характеру, які потенційно можуть бути корисними для клінічної стоматологічної практики, важливо розуміти, що можливості щодо безпосередньої інтеграції таких наразі є обмеженими, внаслідок дефіциту відповідних валідаційних досліджень, необхідності інтеграції самих моделей в інтерфейс програмного забезпечення, потреби в перевірці ефекту генералізації отриманих результатів та універсальності вагових значень встановлених регресорів для інших варіативних досліджуваних когорт [10, 11].

Відтак, акумуляція та таргетне опрацювання даних щодо трендів розвитку та фактичної експериментальної ефективності запропонованих моделей ШІ, сфокусованих на квантифікації ймовірності втрати дентальних імплантатів чи критичної компрометації їх функціонального стану, сприятиме об'єктивізації рівнів їх перспективної застосовуваності та значущості при вихідній клінічній оцінці прогнозу та виборі методу реабілітації ортопедичними конструкціями різного типу на внутрішньокісткових опорах з варіативними сценаріями розподілу таких.

Мета дослідження. Оцінити предикативу значущість та доцільність безпосереднього клінічного впровадження систем машинного навчання для прогнозу ймовірності втрати дентального імплантата, а також для квантифікації ризику розвитку умов критичної компрометації їх функціонального стану з неможливістю виконання функції внутрішньокісткової опори протетичних конструкцій.

Матеріали та методи. Дизайн дослідження базувався на принципах системного аналізу та картування наукових джерел, в котрих було висвітлено аспекти застосування методів машинного навчання та штучного інтелекту для прогнозування успішності функціонування, виживання та ризику втрати дентальних імплантатів. Дослідження було виконано з дотриманням рекомендацій щодо прозорості та відтворюваності аналітичних оглядів у сфері медицини із фокусом на досвіді використання клінічно-орієнтованих предика-

тивних моделях, котрі базуються на технології штучного інтелекту.

Пошук наукових публікацій здійснювали в електронних базах даних PubMed/MEDLINE, Scopus та Web of Science, а також через пошукову систему Google Scholar. Для ідентифікації релевантних джерел використовували комбінації ключових слів і MeSH-термінів, зокрема: “dental implants”, “implant failure”, “implant survival”, “implant success”, “machine learning”, “artificial intelligence”, “prediction model”. Пошук обмежувався науковими роботами англійською мовою, опублікованими протягом останніх 10 років, з особливим акцентом на дослідження 2019–2025 років, що відображають сучасний рівень технологічної зрілості застосованих моделей, орієнтованих на прогностифікацію ризиків критичної компрометації функціонального стану дентальних імплантатів з оцінкою можливості впровадження таких в клінічну практику. Критеріями включення наукових робіт до пулу відібраних, які в подальшому були опрацьовані з використанням принципів контент-аналізу, були такі, в яких:

1) застосовувалися алгоритми машинного навчання або штучного інтелекту для прогнозування втрати, виживання або критичної компрометації функціонального стану дентальних імплантатів;

2) було чітко визначено параметри, на основі котрих провадилося функціонування вищезазначених моделей, та які визначали рівень їх предикативної ефективності;

3) наводилися кількісні показники ефективності застосованих моделей незалежно від принципів обрахунку використовуваних критеріїв (точність, чутливість, специфічність, прецизійність, показник F1-score, оцінка площі під ROC-кривою, C-індекс).

З пулу відібраних за ключовими словами публікацій виключалися такі, що були присвячені виключно технічним аспектам сегментації або детекції імплантатів без аналізу прогнозу клінічних наслідків, а також роботи без чітко описаної методології критеріальної валідації застосованих моделей.

Окрім аналізу характеристик застосованих моделей машинного навчання та штучного інтелекту, які потенційно могли забезпечувати прогностифікаційну функцію (тип алгоритму, тип навчання, тип вхідних даних, клінічна спрямованість, рівень та характер валідації), окремо аналізувалися підходи до роботи з незбалансованими даними, включаючи використання методів синтетичного доповнення вибірки меншості (на зразок, SMOTE, ADASYN, Generative Adversarial Networks), кластеризації (K-means) та ансамблевої оптимізації ваг класифікаторів.

В ході аналізу клінічної інтерпретації моделей окремим етапом оцінювали рівень пояснюваності таких, зокрема наявність аналізу важливості ознак, використання SHAP-значень, номограм або регресійних коефіцієнтів, що дозволило оцінити можливість трансляції результатів застосування таких у клінічній практиці як потенційного додаткового інструменту у системі підтримки прийняття рішень.

Результати дослідження та їх обговорення. Агрегація та системний підхід до картування даних щодо

точності моделей штучного інтелекту, котрі використовуються в імплантологічній практиці, засвідчили, що найпоширенішими серед таких були підходи до ідентифікації систем імплантатів (43% з усіх проаналізованих моделей) та планування хірургічного етапу дентальної імплантатів (23% з усіх проаналізованих моделей) [12]. При цьому цільова ефективність використовуваних моделей була варіативною з середнім показником в 88,7%, а найвищий рівень точності був відмічений щодо завдань, пов'язаних із детекцією та предикцією втрати кісткової тканини в періімплантаційній ділянці (усереднена точність – 93%) [12, 13].

Систематичний огляд Alqutaibi A. та колеги засвідчив, що моделі ШІ для опрацювання рентгенографічних даних можуть бути ефективно використані для прогностифікаційних цілей пов'язаних зі станом дентальних імплантатів, однак наразі такі в домінуючій більшості стосуються верифікації змін в проекції періімплантаційної кісткової тканини, аніж об'єктивізації ризику втрати опори [7]. Потребує уваги той факт, що ті моделі, які за даними об'єктивізації втрати кісткової тканини передбачають категоризацію випадку періімплантиту, і при критичній редуції кістки засвідчують ризик втрати опорної одиниці є в більшій мірі класифікаційними, аніж істинно предикативними [14]. Такий ефект обумовлений тим, що вищезгадані моделі по суті верифікують зміни, які на момент їх детекції, уже невідворотно призводять до неуспішного результату імплантації чи втрати опори, тоді як предикативні моделі повинні сприяти виявленню проблемних умов ще на момент, коли такі можна оптимізувати повністю чи в більшій мірі елімінувати ризик негативних наслідків. Систематичний огляд Revilla-Leon M. та колег також засвідчив уже попередньо виявлену тенденцію: точність та рівень технологічної зрілості моделей машинного навчання, орієнтованих на детекцію дентальних імплантатів, були вищими, аніж таких, орієнтованих на прогноз процесу остеоінтеграції (93-98% проти 62-80% щодо критерію точності) [15].

Більшість доступних для аналізу моделей штучного інтелекту, орієнтованих на детекцію періімплантиту за результатами рентгенографії, характеризуються значним рівнем хибно-позитивних результатів, що асоційовано із кумулятивним ефектом гіпердіагностики, та як наслідок – з потребою у оптимізації досягнутих рівнів специфічності [13]. При цьому уже існуючі прогностифікаційні підходи, які за своїм дизайном були побудовані на принципах регресійних взаємозалежностей, і які наразі не оптимізовані за рахунок алгоритмів ШІ, також демонстрували відмінні рівні ефективності щодо предикції прогнозу виживання дентальних імплантатів, однак такі були більш точними, аніж щодо прогнозу розвитку періімплантиту [16].

Хіе С. та колеги в ході апробації методу некерованого машинного навчання, орієнтованого на кластеризацію чинників в найбільшій мірі асоційованих із втратою дентальних імплантатів, продемонстрували ефективність такого підходу для диверсифікації впливу факторів ризику в різні терміни спостереження, та репрезентували його у форматі номограм [17]. При цьому досягнуті рівні конкурдатності моделі на різних

термінах спостереження варіювали в межах 0,642–0,715 [17]. До структури кластеру факторів ризику з високим рівнем впливу на прогноз функціонування імплантата дослідники віднесли вік пацієнта, факт тютюнопаління, діаметр імплантату, довжину імплантату, положення імплантату та тип виконаного хірургічного втручання [17]. В цілому даний дизайн дослідження був орієнтований не на оптимізацію процедури прогнозування в цілому, а на виокремлення тих детермінант, котрі в найбільшій мірі під час кластеризації демонстрували найзначущіший вплив за даними продовжуваного спостереження [17]. Відтак для подальшої перевірки ролі сформованого кластеру доцільним є проведення зовнішньої валідації моделі на вибірках сформованих за мультицентричним принципом.

Контрольовані варіанти машинного навчання сприяли можливості досягнення точності прогнозу неуспішності функціонування дентального імплантата в розрізі ефективності його диференціації від успішності на рівні $AUC = 0,741$, використовуючи ансамблевий підхід, зокрема бутстреп-агрегацію (полягає у навчанні кількох моделей на випадкових підбірках даних, сформованих із повторенням, з подальшим об'єднанням їхніх рішень, що зменшує варіативність і перенавчання) та адаптивний бустинг (навчає моделі послідовно, надаючи більшу вагу прикладам, які були неправильно класифіковані раніше, що підвищує загальну точність моделі) в структурі концепції дерева прийняття рішень [18]. Використовуючи ці варіанти машинного навчання дослідники також визначили, що система імплантатів як така також може розцінюватися в якості фактора впливу прогнозу неуспішного функціонування, проте значущим впливом в якості предикторів також характеризувалися параметри ширини та довжини імплантата, факту аугментації кісткового гребня та вживання алкоголю [18].

Мультицентрична апробація моделі градієнтного бустингу, яка поєднує багато слабких моделей, які навчаються послідовно, виправляючи помилки попередніх, в ході прогнозу виживання дентальних імплантатів засвідчила кумулятивну точність в 0,87 (при цьому дискримінаційна прецизійність моделі щодо предикції втрати була чисельно вищою, аніж по відношенню до предикції успішності – 0,899 проти 0,840) [19]. З найбільш значущих предикторів впливу були відмічені діабет, щільність кістки та тютюнопаління [19]. Проте обмеження розробленої моделі та методології її перевірки полягали у валідації ефективності такої за ретроспективними даними, що може бути асоційовано з похибкою селективного вибору; крім того, більшість імплантатів втрачених у досліджуваній вибірці були асоційовані з перімплантитом, що обмежує ефективність даної моделі для інших клінічних сценаріїв, аніж ті, зміни при яких можуть бути виражено виокремлені з використанням лише рентгенологічних методів дослідження [19].

У роботі Huang N. та колег було чітко продемонстровано відмінності ефективності прогнозу втрати дентального імплантата при використанні різних наборів вихідних даних та відмінних підходів до статистичного та логістичного опрацювання таких [20].

Зокрема, дослідники відмітили, що використання інтегративної моделі (комбінація логістичної регресії та глибинного навчання), яка передбачає обробку мультимодальних даних (клінічних та рентгенологічних), сприяє досягнення довірчого предикативного інтервалу AUC в межах 0,84–0,95 [20]. В той же час глибинне навчання на основі лише даних рентгенографії засвідчило можливість прогнозу втрати імплантата з точністю за AUC в межах 0,80–0,92, а опрацювання лише клінічних даних лише методом логістичної регресії – в межах 0,63–0,79 [20].

В систематичному огляді Zhu Y. та колег, які провели аналіз 43 предикативних моделей, орієнтованих на оцінку ймовірності розвитку імплантат-асоційованих ускладнень та рівня виживання дентальних імплантатів, було відмічено, що попри заявлені високі показники дискримінативних властивостей досліджуваних моделей, лише 3 з них були валідовані на зовнішніх незалежних вибірках, відтак доказовість їх методологічної якості є обмеженою [21]. В цілому варто зазначити, що прогностичні моделі на основі ШІ розроблені для імплантологічної практики часто не калібровані щодо верифікації клінічно-значущих зв'язків серед сукупності виявлених кореляцій та взаємозалежностей, відтак прикінцеві налаштування моделей завжди потребують не просто зовнішньої, а клінічно-обґрунтованої валідації щодо значущості верифікованих результатів для цільового практичного застосування [22].

При апробації методів логістичної регресії, класифікатора «random forest», методу опорних векторів та ансамблевих методів веб-базована модель прогнозування неуспішності функціонування дентальних імплантатів продемонструвала свою ефективність на рівні 0,87 за параметрами площі під ROC-кривою [23]. При цьому найвища точність моделі була верифікована при застосуванні мультимодальних показників в якості даних для опрацювання, а саме характеристик місцевої анестезії, довжини імплантата, діаметра імплантата, передопераційного застосування антибіотиків, та частота реалізації візитів з метою виконання професійної гігієни [23].

Продовжується розробка моделей, які за спрощеним дизайном працюють лише для диференціації імплантатів з високим ризиком втрати у різностроковій перспективі, та низьким ризиком втрати (дихотомічно), приймаючи до уваги особливості детекції ділянок імплантації на ортопантомограмах [24]. Зокрема, кумулятивна точність таких моделей, апробованих Zhao Y. та колегами, які сприяли дихотомічній диференціації групи імплантатів з високим ризиком, виявилася вищою, аніж лікарів-експертів, при чому дослідники виокремили детермінанти діаметру імплантату та типу ортопедичної конструкції в якості найбільш значущих регресорів [24]. Схожа модель з дихотомічним розподілом ризику, однак специфічно для випадків імплантації з потребою проведення субантальної аугментації, була запропонована Zhu Y. та колегами, і сегментаційна та дискримінативні показники такої були достатньо високими (чутливість – 0,90, специфічність – 0,87) [21]. Такі результати можуть бути аргу-

ментовані тим, що дефінітивна версія моделі окрім обробки власне рентгенологічних даних, включала також опрацювання мануально внесених клінічних показників, що сприяло вираженості зростання прогностичної точності запропонованого алгоритму.

Відтак попередні дані щодо ефективності різних моделей штучного інтелекту, розроблених для прогнозу функціонування та виживання дентальних імплантатів, засвідчили прогностичну точність таких на рівні 70–96,13%. При цьому слід відмітити, що даний діапазон включає показники моделей, розроблених як для оцінки прогнозу функціонального стану імплантатів, так і для оцінки ризику розвитку різних типів ускладнень, періімплантиту, втрати кісткової тканини в періімплантаційній ділянці, а також втрати дентального імплантата. У більшості досліджень критерії оцінки ефективності апробованих моделей включали параметри точності, чутливості, специфічності, прецизійності, F1-критерію та похідні характеристики ROC-кривої. Водночас автори відмітили, що найоптимальнішими є моделі, які працюють на основі комбінованих даних (рентгенологічних, анамнестичних та діагностично-клінічних), але поєднання таких асоційовано з гетерогенністю вихідної вибірки та потребою у формалізації та уніфікації їх уведення в структуру процесингових алгоритмів [25].

Базуючись на проведеному аналізі Zhu Y. та колеги виокремили п'ять основних аспектів, врахування та/або вдосконалення котрих потенційно сприятиме зростанню ефективності клінічно-орієнтованих прогностичних моделей, які функціонують на основі принципів машинного навчання, для імплантологічної практики: 1) досягнення балансу між простотою реалізації та перевірки моделі, і рівнем її предикативності; 2) використання строгих критеріїв для верифікації відповідного стану дентальних імплантатів; 3) при виборі методу побудови моделі необхідно враховувати особливості наявних клінічних даних, доступних для аналізу, а не лише можливість адаптації сучасних статистичних підходів для обробки великих масивів інформації; 4) при реалізації досліджень з оцінки ефективності клінічно-орієнтованих предикативних моделей репрезентація результатів таких повинна проводитися згідно відповідних стандартів щодо повноти та прозорості викладу отриманих даних; 5) обов'язковим для проведення є аналіз впливу відсутніх або виключених з опрацювання даних, етапів калібрації та зовнішньої валідації [21].

Перспективним також залишається комбінування класичних критеріїв оцінки стану дентальних імплантатів із біомаркерними, та блендинг таких в структурі ансамблевих моделей машинного навчання, що сприятиме зростанню предикативної ефективності, прецизійності та пацієнт-орієнтованості останніх [26].

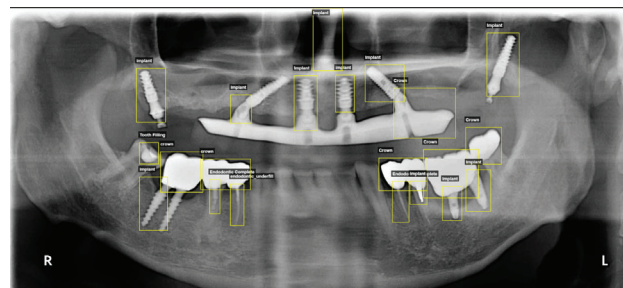
В умовах дефіциту уніфікованих, або ж належних чином стандартизованих даних, необхідних для навчання моделей штучного інтелекту, Vemana S. та Hassa K. запропонували використовувати комбінований генеративно-дискримінативний підхід, використовуючи потенціал генеративного ШІ для формування синтетичних даних апроксимізованих до варіацій клі-

нічних ситуацій, які в подальшому можуть слугувати базою для тренування глибоких нейронних мереж [27]. В умовах незбалансованих даних для оптимізації точності використовуваних предикативних моделей в імплантологічній практиці Sabzevar M. та колеги запропонували використовувати ансамблевий метод класифікації, який поєднував алгоритми K-means (для первинної кластеризації), SMOTE (для збалансування в межах кластеру) та оптимізацію ваг одразу декількох класифікаторів (дерево рішень, метод опорних векторів (SVM), метод k-найближчих сусідів (k-NN) та найвний Байєсівський класифікатор), що сприяло підвищенню точності, чутливості, специфічності та AUC (сукупна точність прогнозу успішності імплантатів зросла на 5,5%) [28].

Проведений аналіз наукових джерел засвідчив, що системи машинного навчання та штучного інтелекту демонструють загалом високу потенційну ефективність у прогнозуванні функціонування, виживання та ризику втрати дентальних імплантатів, із середніми показниками точності та AUC у широкому діапазоні залежно від типу даних і архітектури моделей (рис. 1).

Найбільш перспективними виявилися мультимодальні та ансамблеві підходи, які поєднують клінічні, анамнестичні та рентгенологічні дані, однак більшість наявних моделей характеризуються гетерогенністю вибірок, обмеженою зовнішньою валідацією та фокусом переважно на детекції вже сформованих патологічних змін, а не на ранній істинній предикції ризику.

Висновки. Результати проведеного аналізу дозволяють констатувати високий потенціал сучасних моде-



| AI Report: Panoramic X-ray (Orthopantomogram) | |
|---|---|
| Study Type | Dental Panoramic Radiograph |
| Summary | This panoramic radiograph... |
| Key Findings | <ul style="list-style-type: none">• Oral and Maxillofacial: Multiple dental implants...• Oral and Maxillofacial: Presence of bone... |
| Detailed Findings | <p>Maxilla</p> <ul style="list-style-type: none">• Anterior maxilla: Three dental implants...• Posterior maxilla: Two additional implants... |

Рис. 1. Приклад опрацювання ортопантомограми з використанням онлайн-сервісу, котрий функціонує з використанням можливостей технологій машинного навчання, орієнтованих на детекцію ознак, проте без опції прогнозування

лей машинного навчання та штучного інтелекту для використання в імплантологічній практиці з метою прогнозування функціонування, виживання та ризику втрати дентальних імплантів. Разом із тим, наявні наукові розробки демонструють суттєву варіативність предикативної ефективності, що обумовлено відмінностями у дизайнах проведених досліджень, типах і якості вихідних даних, а також у підходах до побудови та валідації моделей. Найвищі показники точності та дискримінаційної здатності для диференціації прогнозу успішних та неуспішних випадків функціонування дентальних імплантів характерні для ансамблевих і мультимодальних моделей, які інтегрують рентгенологічні, клінічні та анамнестичні параметри, однак саме такі підходи водночас асоційовані з проблемами гетерогенності вибірок, складністю стандартизації та обмеженою відтворюваністю результатів.

Водночас варто зазначити, що переважна більшість існуючих моделей орієнтована на детекцію вже маніфестованих патологічних змін, зокрема рентгенологічної втрати періімплантаційної кісткової тканини або ознак періімплантиту, що фактично обмежує їх роль до класифікації клінічно несприятливих станів, а не до ранньої істинної предикції ризику.

Отже, подальший розвиток клінічно орієнтованих предикативних моделей в імплантології повинен бути спрямований на інтеграцію мультимодальних даних, використання пояснюваних ансамблевих алгоритмів, забезпечення строгих методологічних стандартів валідації та орієнтацію на ранню ідентифікацію модифікованих факторів ризику. Реалізація зазначених підходів створить підґрунтя для переходу від ретроспективної оцінки успішності імплантації до персоналізованої, пацієнт-орієнтованої профілактики втрати дентальних імплантів та обґрунтованої підтримки клінічних рішень.

REFERENCES

1. Sukegawa S, Yoshii K, Hara T, Tanaka F, Taki Y, Inoue Y, Yamashita K, Nakai F, Nakai Y, Miyazaki R, Ishihama T. Optimizing dental implant identification using deep learning leveraging artificial data. *Scientific Reports*. 2025 Jan 29;15(1):3724. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-87579-3>
2. Fasih P, Yari A, Kamali Hakim L, Kashe NN. Artificial Intelligence in Detecting and Segmenting Vertical Misfit of Prosthesis in Radiographic Images of Dental Implants: A Cross-Sectional Analysis. *Clinical Oral Implants Research*. 2025 May;36(5):578-88. <https://doi.org/10.1111/clr.14406>
3. Andrade-Bortoletto MF, Du X, Dawood EA, Vatamanu OE, Tarce M, Fontenele RC, Freitas DQ, Jacobs R. What is the role of AI-driven automation in static surgical guide design? A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2025 Oct 24:106193. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106193>
4. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Sailer I, Kois JC, Rokhshad R. An overview of artificial intelligence based applications for assisting digital data acquisition and implant planning procedures. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2024 Dec;36(12):1666-74. <https://doi.org/10.1111/jerd.13249>
5. Alharbi MT, Almutiq MM. Prediction of dental implants using machine learning algorithms. *Journal of Healthcare Engineering*. 2022;2022(1):7307675. <https://doi.org/10.1155/2022/7307675>
6. Wu Z, Yu X, Wang F, Xu C. Application of artificial intelligence in dental implant prognosis: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2024 May 1;144:104924. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104924>
7. Alqutaibi AY, Algabri RS, Alamri AS, Alhazmi LS, Almadani SM, Alturkistani AM, Almutairi AG. Advancements of artificial intelligence algorithms in predicting dental implant prognosis from radiographic images: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024 Nov 28. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.10.036>
8. Verma A, Singh SV, Arya D, Shivakumar S, Chand P. Mechanical failures of dental implants and supported prostheses: A systematic review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2023 Mar 1;13(2):306-14. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2023.02.009>
9. Chatzopoulos GS, Wolff LF. Dental implant failure and factors associated with treatment outcome: A retrospective study. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. 2023 Apr 1;124(2):101314. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2022.10.013>
10. Banerjee TN, Paul P, Debnath A, Banerjee SJ. Unveiling the prospects and challenges of artificial intelligence in implant dentistry. A systematic review. *Journal of Osseointegration*. 2024 Mar 5;16(1):53-60. <https://doi.org/10.23805/JO.2024.605>
11. Alfaraj A, Nagai T, AlQallaf H, Lin WS. Race to the moon or the bottom? applications, performance, and ethical considerations of artificial intelligence in prosthodontics and implant dentistry. *Dentistry Journal*. 2024 Dec 27;13(1):13. <https://doi.org/10.3390/dj13010013>
12. Moraschini V, de Almeida DC, Louro RS, de Oliveira Silva AM, Neto MP, Dos Santos GO, Granjeiro JM. Accuracy of artificial intelligence in implant dentistry: A scoping review with systematic evidence mapping. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025 Jun 1;133(6):1461-e1. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.05.030>
13. Kibcak E, Buhara O, Temelci A, Akkaya N, Ünsal G, Minervini G. Deep learning-driven segmentation of dental implants and peri-implantitis detection in orthopantomographs: a novel diagnostic tool. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*. 2025 Mar 1;25(1):102058. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2024.102058>
14. Zhang C, Fan L, Zhang S, Zhao J, Gu Y. Deep learning based dental implant failure prediction from periapical and panoramic films. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. 2023 Jan 9;13(2):935. [10.21037/qims-22-457](https://doi.org/10.21037/qims-22-457)
15. Revilla-León M, Gómez-Polo M, Vyas S, Barmak BA, Galluci GO, Att W, Krishnamurthy VR. Artificial intelligence applications in implant dentistry: A systematic review. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2023 Feb 1;129(2):293-300. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.05.008>
16. Saleh MH, Kakar E, Troiano G, Almashni H, Misch J, Esperouz F, Alhazmi S, Wang HL, Baráth Z, Urban IA. Predicting peri-implantitis incidence and implant failure via risk-assessment and prognostication tools: A validation study. *Journal of Periodontology*. 2025 Dec 26. <https://doi.org/10.1002/jper.70047>

-
17. Xie C, Li Y, Liu K, Liu J, Zeng J, Huang N, Yang S. A hybrid unsupervised clustering method for predicting the risk of dental implant loss. *Journal of Dentistry*. 2024 Oct 1;149:105260. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105260>
 18. Liu CH, Lin CJ, Hu YH, You ZH. Predicting the failure of dental implants using supervised learning techniques. *Applied Sciences*. 2018 May 2;8(5):698. <https://doi.org/10.3390/app8050698>
 19. Kheder W, Leblouba M, Rego R, Hamdoon Z. Multicentre validation and clinical interpretation of an explainable gradient-boosting model for dental-implant survival/failure prediction. *Journal of Dentistry*. 2025 Oct 8:106166. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.106166>
 20. Huang N, Liu P, Yan Y, Xu L, Huang Y, Fu G, Lan Y, Yang S, Song J, Li Y. Predicting the risk of dental implant loss using deep learning. *Journal of Clinical Periodontology*. 2022 Sep;49(9):872-83. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13689>
 21. Zhu Y, Du M, Li P, Lu H, Li A, Xu S. Prediction models for the complication incidence and survival rate of dental implants—a systematic review and critical appraisal. *International Journal of Implant Dentistry*. 2025 Jan 23;11(1):5. <https://doi.org/10.1186/s40729-025-00590-1>
 22. Neji G, Gasparro R, Tlili M, Dhahri A, Khanfir F, Sammartino G, Aliberti A, Campana MD, Ben Amor F. AI-Powered Predictive Models in Implant Dentistry: Planning, Risk Assessment, and Outcomes. *Journal of Clinical Medicine*. 2025 Dec 27;15(1):228. <https://doi.org/10.3390/jcm15010228>
 23. Rekawek P, Herbst EA, Suri A, Ford BP, Rajapakse CS, Panchal N. Machine Learning and Artificial Intelligence: A Web-Based Implant Failure and Peri-implantitis Prediction Model for Clinicians. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2023 May 1;38(3). <https://doi.org/10.11607/jomi.9852>
 24. Zhao Y, Zhao X, Wang L, Hu Z, Zhang S, Li Y, Tong P. Predicting Dental Implant Failure Risk from Panoramic Radiographs Using Deep Learning. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2026; 111:108498. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.108498>
 25. Wu Z, Yu X, Wang F, Xu C. Application of artificial intelligence in dental implant prognosis: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2024 May 1;144:104924.
 26. Bornes RS, Montero J, Correia AR, das Neves Rosa NR. Use of bioinformatic strategies as a predictive tool in implant-supported oral rehabilitation: A scoping review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023 Feb 1;129(2):322-e1. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.12.011>
 27. Vemana S, Hasan K. Can A Generative Ai Model Help Us Improve The Performance Of A Predictive Modeling Task With Limited Data: A Case Study Of Dental Implant Failure Prediction?. Grand Valley State University; 2025 https://scholarworks.gvsu.edu/gradshowcase/2025/health_informatics_bioinformatics/5/
 28. Sabzekar M, Namakin M, Babaki HA, Deldari A, Babaiyan V. Dental implants success prediction by classifier ensemble on imbalanced data. *Computer Methods and Programs in Biomedicine Update*. 2021 Jan 1;1:100021. <https://doi.org/10.1016/j.cmpbup.2021.100021>

Дата першого надходження статті до видання: 12.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Китастий Олексій Ігорович,
аспірант кафедри дитячої стоматології,
Навчально-науковий інститут стоматології та лабораторної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0009-2041-3359
м. Ужгород, Україна

Шевєря Степан Михайлович,
аспірант кафедри дитячої стоматології,
Навчально-науковий інститут стоматології та лабораторної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0007-6387-4521
м. Ужгород, Україна

АНАЛІЗ ІНДЕКСНОЇ ОЦІНКИ СТАНУ ТВЕРДИХ ТКАНИН ЗУБІВ ТА ГІГІЄНИ У ПАЦІЄНТІВ З ОРТОДОНТИЧНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ

Вступ. Стан твердих тканин зубів та стан гігієни у пацієнтів, котрі мають ортодонтичну патологію є важливим фактором успішності та ефективності ортодонтичного лікування; та передбачає проведення лікувально-профілактичних заходів до початку ортодонтичного лікування, особливо з використанням незнімних апаратів, брекет-систем.

Мета дослідження – проаналізувати стан твердих тканин та стан гігієни у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією, котрі проживають в різних географічних зонах Закарпатської області.

Матеріали та методи. Обстежено 70 пацієнтів трьох географічних зон Закарпатської області, котрі мають ортодонтичну патологію. Визначено поширеність та інтенсивність карієсу за індексом DMF(T) та Міжнародною системою ICDAS II; стан гігієни порожнини рота обраховано згідно з індексом Федорова-Володкіної. Отримані цифрові дані проаналізовані з використанням кореляційного аналізу за Спірменом; використано стандартну програму Microsoft Excel 2010 з пакетом статистичних програм «Statistica 28,0».

Результати. Встановлено вірогідні відмінності показників індексу інтенсивності карієсу DMF(T) згідно з зоною проживання серед чоловіків ($5,96 \pm 0,12$ од.; $8,04 \pm 0,16$ од.; $9,14 \pm 0,47$ од.; $p < 0,05$) та серед жінок ($5,91 \pm 0,27$ од.; $6,34 \pm 0,11$ од.; $7,15 \pm 0,11$ од.; $p < 0,05$). Середні показники індексу інтенсивності карієсу в групах згідно з зоною проживання відрізнялися вірогідно ($5,93 \pm 0,19$ од.; $7,19 \pm 0,13$ од.; $8,15 \pm 0,29$ од.; $p < 0,05$). Показники інтенсивності карієсу зубів за індексом ICDAS II [4–6] складають $2,52 \pm 0,02$ зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 2,35 рази більше – $5,93 \pm 0,19$ зуба ($p < 0,05$); у пацієнтів передгірної зони за індексом ICDAS II [4–6] складають $3,44 \pm 0,04$ зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 2,10 разів більше – $7,19 \pm 0,13$ зуба ($p < 0,05$); та у пацієнтів з ортодонтичною патологією гірської зони за індексом ICDAS II [4–6] складають $4,46 \pm 0,04$ зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 1,83 рази більше – $8,15 \pm 0,29$ зуба ($p < 0,05$). Визначено вірогідне зниження у пацієнтів передгірної та гірської зони по відношенню до низинної зони показників, що відповідають задовільній гігієні (33,3%; 14,3%; 20,0%; $p < 0,05$) та незадовільній гігієні (50,0%; 42,9%; 36,0%; $p < 0,05$); визначено вірогідне зростання поширеності показників, що відповідають поганий гігієні (12,5%; 38,1%; 32,0%; $p < 0,05$).

Висновки. Середні показники індексу інтенсивності карієсу DMF(T) в групах оглянутих пацієнтів згідно з зоною проживання відрізнялися вірогідно ($p < 0,05$). Визначено вірогідні відмінності як серед чоловіків, так і серед жінок ($p < 0,05$). Показники рівня гігієни відрізнялися, визначено вірогідне зростання поширеності показників, що відповідають поганий гігієні.

Ключові слова: тверді тканини зубів, карієс, демінералізація емалі, ортодонтична патологія, стан гігієни порожнини рота, статистичні залежності, низинна, передгірна, гірська географічні зони Закарпатської області.

Kytastyi Oleksii Ihorovych, Postgraduate Student at the Department of Pediatric Dentistry, Educational and Scientific Institute of Dentistry and Laboratory Medicine, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0009-0009-2041-3359, Uzhhorod, Ukraine

Sheveria Stepan Mikhailovich, Postgraduate Student at the Department of Pediatric Dentistry, Educational and Scientific Institute of Dentistry and Laboratory Medicine, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0009-0007-6387-4521, Uzhhorod, Ukraine

ANALYSIS OF INDEX ASSESSMENT OF THE CONDITION OF DENTAL HARD TISSUES AND HYGIENE IN PATIENTS WITH ORTHODONTIC PATHOLOGY

Introduction. The condition of the hard tissues of the teeth and the state of hygiene in patients with orthodontic pathology are important factors in the success and effectiveness of orthodontic treatment; they involve implementing therapeutic and preventive measures before the start of treatment, especially when using fixed appliances and bracket systems.

The purpose is to analyze the condition of hard tissues and the state of hygiene in examined patients with orthodontic pathology living in different geographical areas of Transcarpathia.

© Китастий О. І., Шевєря С. М., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Materials and methods. 70 patients from three geographical zones of the Transcarpathian region with orthodontic pathology were examined. The prevalence and intensity of caries were determined using the DMF(T) index and the International ICDAS II system; oral hygiene was assessed using the Fedorov-Volodkina index. The obtained digital data were analyzed using Spearman's correlation analysis in Microsoft Excel 2010, using the statistical software package "Statistica 28.0".

Results. It was found that the DMF(T) caries intensity index values according to the area of residence differed significantly among men (5.96 ± 0.12 units; 8.04 ± 0.16 units; 9.14 ± 0.47 units; $p < 0.05$) and among women (5.91 ± 0.27 units; 6.34 ± 0.11 units; 7.15 ± 0.11 units; $p < 0.05$). The average caries intensity index values in the groups according to area of residence differed significantly (5.93 ± 0.19 units, 7.19 ± 0.13 units, and 8.15 ± 0.29 units; $p < 0.05$). The intensity of dental caries according to the ICDAS II index [4–6] is 2.52 ± 0.02 teeth, while according to the ICDAS II index [1–6] it is 2.35 times more – 5.93 ± 0.19 teeth ($p < 0.05$); in patients from the foothill zone according to the ICDAS II index [4–6] it is 3.44 ± 0.04 teeth, while according to the ICDAS II index [1–6] it is 2.10 times more – 7.19 ± 0.13 teeth ($p < 0.05$); and in patients with orthodontic pathology from the mountain zone according to the ICDAS II index [4–6] it is 4.46 ± 0.04 teeth, while according to the ICDAS II index [1–6] it is 1.83 times more – 8.15 ± 0.29 teeth ($p < 0.05$). A significant decrease in the prevalence of indicators corresponding to satisfactory hygiene (33.3%; 14.3%; 20.0%; $p < 0.05$) and unsatisfactory hygiene (50.0%; 42.9%; 36.0%; $p < 0.05$) was determined in patients of the foothill and mountain zones in relation to the lowland zone; a significant increase in the prevalence of indicators corresponding to poor hygiene (12.5%; 38.1%; 32.0%; $p < 0.05$) was determined. [6] is 2.52 ± 0.02 teeth, while according to the ICDAS II index [1–6] it is 2.35 times more – 5.93 ± 0.19 teeth ($p < 0.05$); in patients of the foothill zone according to the ICDAS II index [4–6] there are 3.44 ± 0.04 teeth, while according to the ICDAS II index [1–6] – 2.10 times more – 7.19 ± 0.13 teeth ($p < 0.05$); and in patients with orthodontic pathology of the mountain zone according to the ICDAS II index [4–6] there are 4.46 ± 0.04 teeth, while according to the ICDAS II index [1–6] – 1.83 times more – 8.15 ± 0.29 teeth ($p < 0.05$).

Conclusions. The average values of the DMF(T) caries intensity index in the examined patient groups, according to area of residence, differed significantly ($p < 0.05$). Significant differences were identified both among men and women ($p < 0.05$). Hygiene indicators varied; a significant increase in the prevalence of indicators associated with poor hygiene was observed.

Key words: hard dental tissues, caries, enamel demineralization, orthodontic pathology, oral hygiene, statistical dependencies, lowland, foothill, mountainous geographical zones of Transcarpathia.

Вступ. Стан твердих тканин зубів та стан гігієни у пацієнтів, котрі мають ортодонтичну патологію, є визначальними для проведення лікувально-профілактичних заходів до початку ортодонтичного лікування, особливо з використанням незнімних апаратів, брекет-систем, котрі досить тривалий час постійно перебувають в порожнині рота пацієнтів, та є додатковими ретенційними пунктами для затримки та накопичення зубного нальоту та пов'язаної з цим демінералізації емалі та виникнення гінгівіту [1–9].

Саме тому оцінка стану емалі та дентину і гігієни є важливим критерієм успішності результатів ортодонтичного лікування та обґрунтовує алгоритм індивідуальних пацієнт-орієнтованих лікувальних заходів [10–11].

Мета – проаналізувати стан твердих тканин та стан гігієни у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією, котрі проживають в різних географічних зонах Закарпатської області.

Матеріали та методи дослідження. З метою оцінки стану твердих тканин зубів у 70 обстежених пацієнтів низинної, передгірної та гірської географічних зон проживання, котрі мали ортодонтичну патологію, визначено поширеність та інтенсивність карієсу за індексами інтенсивності карієсу зубів DMF(T) з виокремленням кожного числового показника для підгруп D-каріозних, M- видалених та F- пломбованих зубів [12].

Також для оцінки карієсної хвороби зубів використана Міжнародна система ICDAS II (International Caries Detection and Assessment System), котра дає можливість визначити стадію та глибину карієсної патології. Для реєстрації стану твердих тканин зубів використано 6 кодів: три оцінюють зміни в емалі та три в дентині в порядку зростання вираженості [13, 14].

В дослідженні для оцінки стану гігієни порожнини рота у пацієнтів з ортодонтичною патологією було обрховано індекс гігієни Федорова-Володкіної [15].

Отримані цифрові дані були проаналізовані з використанням методів параметричної статистики, таких як кореляційний аналіз за Спірменом; використано

стандартну програму Microsoft Excel 2010 з пакетом статистичних програм «Statistica 28,0» [16, 17, 18].

Результати дослідження та їх обговорення. В загальному серед 70 пацієнтів, котрі мають ортодонтичну патологію

дистальний прикус діагностувався у 45 осіб – 64,3%; глибокий прикус у 38 пацієнтів – 54,3%; перехресний прикус у 5 пацієнтів – 7,1%; скученість фронтальних зубів верхньої та нижньої щелепи у 49 пацієнтів – 70,0%; скученість зубів в бічних ділянках у 11 пацієнтів – 15,7%; ретензовані ікла на верхній щелепі у 20 пацієнтів – 28,6%; діастеми, тріми у 9 пацієнтів – 12,9% (Рис. 1).

Найпоширенішим ортодонтичним діагнозом у обстежених пацієнтів діагностовано скученість фронтальних зубів верхньої та нижньої щелепи, а саме: серед пацієнтів низинної зони у 66,7%, передгірної – у 76,2% та гірської – у 68,0% пацієнтів. Стосовно патологій прикусу найчастіше зустрічався дистальний прикус: у пацієнтів низинної зони у 62,5%, передгірної – у 61,9% та гірської у 68,0% всіх пацієнтів та глибокий прикус у 54,1% низинної зони, у 52,4% передгірної зони та 56,0% пацієнтів гірської зони. Ретенція іклів верхньої щелепи у 29,2% пацієнтів низинної зони, у 28,6% пацієнтів передгірної та 28,0% пацієнтів гірської зони. Діагностовано: перехресний прикус у 8,3% пацієнтів низинної зони, у 4,8% пацієнтів передгірної та 8,0% пацієнтів гірської зони; скученість зубів в бічних ділянках у 16,7% пацієнтів низинної зони, у 9,6% пацієнтів передгірної та 20,0% пацієнтів гірської зони; діастеми, тріми у 12,5% пацієнтів низинної зони, у 14,3% пацієнтів передгірної та 12,0% пацієнтів гірської зони.

Встановлено, що поширеність карієсу становила 100,0%. Інтенсивність карієсу у пацієнтів різних географічних зон відрізнялася. (Табл.1)

Інтенсивність карієсу у обстежених чоловіків та жінок низинної зони проживання вірогідно не відрізнялася ($5,96 \pm 0,12$ од; $5,91 \pm 0,27$ од; $p > 0,05$); встановлено вірогідні відмінності показників D – каріозних

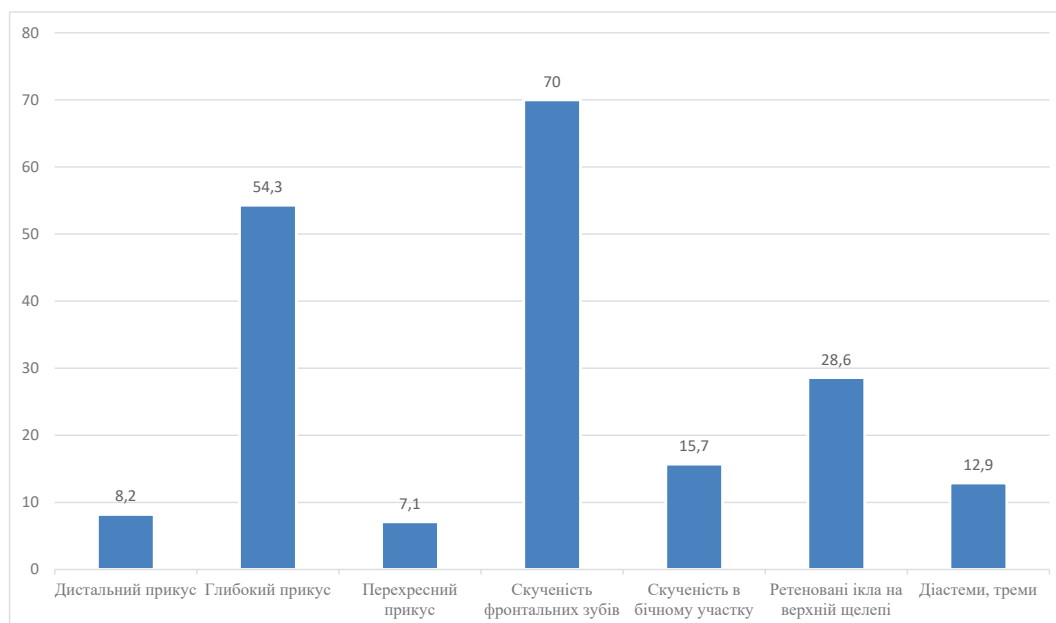


Рис. 1. Поширеність видів ортодонтичної патології у досліджених пацієнтів

Таблиця 1

Інтенсивність карієсу в клінічних групах за індексом DMF(T), (n = 70)

| Пацієнти Показники | Низинна зона (n = 24) | | Передгірна зона (n=21) | | Гірська зона (n=25) | |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | Чоловіки (n = 8) | Жінки (n = 16) | Чоловіки (n = 7) | Жінки (n = 14) | Чоловіки (n = 8) | Жінки (n = 17) |
| D – каріозні | 1,38 ± 0,02 | 0,95 ± 0,01* | 1,47 ± 0,03 | 1,03 ± 0,01* | 2,62 ± 0,08 | 1,35 ± 0,02* |
| M – видалені | 0,56 ± 0,01 | 0,44 ± 0,02 | 1,36 ± 0,01 | 0,51 ± 0,01* | 1,47 ± 0,05 | 0,85 ± 0,01* |
| F – пломбовані | 4,02 ± 0,09 | 4,52 ± 0,24 | 5,21 ± 0,12 | 4,80 ± 0,09 | 5,05 ± 0,34 | 4,95 ± 0,08* |
| Індекс DMF(T) | 5,96 ± 0,12 | 5,91 ± 0,27 | 8,04 ± 0,16 | 6,34 ± 0,11* | 9,14 ± 0,47 | 7,15 ± 0,11* |
| Середні показники індексу DMF(T) | 5,93 ± 0,19 | | 7,19 ± 0,13° | | 8,15 ± 0,29° | |

Примітка: * – вірогідність відмінностей показників за статтю в групах проживання (p < 0,05);

° – вірогідність відмінності показника інтенсивності між групою низинної зони проживання (p < 0,05)

зубів між підгрупами чоловіків та жінок (1,38±0,02 од.; 0,95 ±0,01 од.; p<0,05); між середніми параметрами M – видалених зубів (0,52 ± 0,01 од.; 0,44±0,02 од.; p > 0,05) та F – пломбованих зубів (4,02±0,09 од.; 4,52±0,24 од.; p > 0,05) відмінності не вірогідні.

У обстежених чоловіків та жінок передгірної зони проживання показники інтенсивності карієсу відрізнялися вірогідно (8,04±0,16 од.; 6,34±0,11 од.; p < 0,05); встановлено вірогідні відмінності середніх показників D – каріозних зубів між підгрупами чоловіків та жінок (1,47±0,03 од.; 1,03±0,01 од.; p < 0,05) та M – видалених зубів (1,36±0,01 од.; 0,51±0,02 од.; p < 0,05); між середніми показниками F – пломбованих зубів (5,21±0,12 од.; 4,80±0,09 од.; p > 0,05) відмінності не вірогідні.

В пацієнтів гірської зони проживання середні показники підгруп чоловіків та жінок відрізнялися вірогідно, а саме: DMF(T) індекс інтенсивності (9,14±0,47 од.; 7,15±0,11 од.; p < 0,05); D – каріозних зубів (2,62±0,08 од.; 1,35±0,02 од.; p < 0,05) та M – видалених зубів (1,47±0,05 од.; 0,85±0,01 од.; p < 0,05); F – пломбованих зубів (5,05±0,34 од.; 4,95±0,08 од.; p < 0,05).

Встановлено, що показники індексу інтенсивності карієсу DMF(T) згідно з зоною проживання відрізнялися вірогідно серед чоловіків (5,96±0,12 од.;

8,04±0,16 од.; 9,14±0,47 од.; p < 0,05) та серед жінок (5,91±0,27 од.; 6,34±0,11 од.; 7,15±0,11 од.; p < 0,05)

Середні показники індексу інтенсивності карієсу DMF(T) в групах згідно з зоною проживання оглянутих пацієнтів відрізнялися вірогідно (5,93±0,19 од.; 7,19±0,13 од.; 8,15±0,29 од.; p < 0,05).

Згідно індексу ICDAS, у пацієнтів з ортодонтичною патологією низинної зони проживання відсоток пацієнтів, котрі мають каріозні ураження твердих тканин зубів, та потребують проведення ремінералізуючої терапії становить 62,49% від загальної кількості обстежених (коди 1 та 2), з яких 29,16% – ураження на жувальних поверхнях та 33,33% – ураження на апроксимальних поверхнях зубів. (Табл. 2).

Ураження, котрі потребують оперативного лікування карієсу (коди 3, 4, 5), становлять 37,49%, з яких 25,00% – ураження на жувальних поверхнях та 12,49% – ураження на апроксимальних поверхнях зубів.

Отже, у ортодонтичних пацієнтів переважають ураження твердих тканин зубів, котрі відповідають початковій (initial) стадії каріозного ураження за ICDAS (коди 1, 2) та передбачають проведення консервативної ремтерапії, фторування та інших видів стоматологічної профілактики (у 62,49% випадків).

Таблиця 2

Кількість каріозних уражень у обстежених пацієнтів низинної зони проживання з ортодонтичною патологією за системою ICDAS (n = 24)

| Локалізація Коди | На жувальних поверхнях | | На апроксимальних поверхнях | | Разом | |
|---------------------|------------------------|-------|-----------------------------|--------|-------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| 1 | 3 | 12,50 | 5 | 20,83* | 8 | 33,33 |
| 2 | 4 | 16,66 | 3 | 12,50 | 7 | 29,16 |
| 3 | 3 | 12,50 | 1 | 4,17* | 4 | 16,66 |
| 4 | 2 | 8,33 | 1 | 4,17* | 3 | 12,50 |
| 5 | 1 | 4,17 | 1 | 4,17 | 2 | 8,33 |
| 6 | – | – | – | – | – | – |
| Всього | 13 | 54,16 | 11 | 45,84 | 24 | 100,00 |

Примітка: * – вірогідність відмінностей показників за локалізацією (p < 0,05)

У обстежених пацієнтів передгірної зони проживання, котрі мають ортодонтичну патологію, відсоток уражень твердих тканин зубів, котрі потребують проведення ремінералізуючих заходів (коди 1, 2 за ICDAS), склав 61,92% від загальної кількості пацієнтів (Табл. 3).

Ураження, котрі потребують оперативного лікування карієсу (коди 3, 4, 5 за ICDAS), становлять 38,08%, з яких 23,80 % – ураження на жувальних поверхнях та 14,28% – ураження на апроксимальних поверхнях зубів.

У обстежених пацієнтів гірської зони проживання, котрі мають ортодонтичну патологію, відсоток уражень твердих тканин зубів, котрі потребують проведення ремінералізуючих заходів (коди 1, 2 за ICDAS), склав 56,00% від загальної кількості пацієнтів (Табл. 4).

Ураження, котрі потребують оперативного лікування карієсу (коди 3, 4, 5 за ICDAS), становлять 40,00 %, з яких 24,00 % – ураження на жувальних поверхнях та 16,00 % – ураження на апроксимальних поверхнях зубів. У одного пацієнта з ортодонтичною патологією гірської зони проживання (4,00%) наявна порожнина в емалі та дентині на жувальній поверхні (код 6 за ICDAS) лікування за показами може передбачати непряме покриття пульпи при оперативному лікуванні, відповідає широкій чи екстенсивній (extensive) стадії каріозного ураження за ICCMS.

Показники інтенсивності карієсу зубів у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією низинної зони за індексом ICDAS II [4–6] складають 2,52±0,02 зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 2,35 раза більше – 5,93±0,19 зуба (p < 0,05). (Табл. 5).

Таблиця 3

Кількість каріозних уражень у обстежених пацієнтів передгірної зони проживання з ортодонтичною патологією за системою ICDAS (n = 21)

| Локалізація Коди | На жувальних поверхнях | | На апроксимальних поверхнях | | Разом | |
|---------------------|------------------------|-------|-----------------------------|-------|-------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| 1 | 3 | 14,29 | 5 | 23,82 | 8 | 38,10 |
| 2 | 2 | 9,52 | 3 | 14,28 | 5 | 23,82 |
| 3 | 2 | 9,52 | 1 | 4,76 | 3 | 14,28 |
| 4 | 2 | 9,52 | 1 | 4,76 | 3 | 14,28 |
| 5 | 1 | 4,76 | 1 | 4,76 | 2 | 9,52 |
| 6 | – | – | – | – | – | – |
| Всього | 10 | 47,62 | 11 | 52,38 | 21 | 100,00 |

Примітка: * – вірогідність відмінностей показників за локалізацією (p < 0,05)

Таблиця 4

Кількість каріозних уражень у обстежених пацієнтів гірської зони проживання з ортодонтичною патологією за системою ICDAS (n = 25)

| Локалізація Коди | На жувальних поверхнях | | На апроксимальних поверхнях | | Разом | |
|---------------------|------------------------|-------|-----------------------------|-------|-------|--------|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| 1 | 3 | 12,00 | 5 | 20,00 | 8 | 32,00 |
| 2 | 3 | 12,00 | 3 | 12,00 | 6 | 24,00 |
| 3 | 2 | 8,00 | 2 | 8,00 | 4 | 16,00 |
| 4 | 3 | 12,00 | 1 | 4,00 | 4 | 16,00 |
| 5 | 1 | 4,00 | 1 | 4,00 | 2 | 8,00 |
| 6 | 1 | 4,00 | – | – | 1 | 4,00 |
| Всього | 13 | 52,00 | 12 | 48,00 | 25 | 100,00 |

Примітка: * – вірогідність відмінностей показників за локалізацією (p < 0,05)

Інтенсивність карієсу у обстежених згідно індексу ICDAS II, бали

| Клінічні групи Коди ICDAS | Низинна зона (n = 24) | Передгірна зона (n = 21) | Гірська зона (n = 25) |
|------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| ICDAS II 1-6 (КРХПВ) | 5,93 ± 0,19 | 7,19 ± 0,13 | 8,15 ± 0,29* |
| ICDAS II 4-6 (КРХПВ) | 2,52 ± 0,03 | 3,44 ± 0,04 | 4,46 ± 0,04* |
| 0 | 0,06 ± 0,01 | 0,02 ± 0,01 | 0,01 ± 0,01* |
| 1 | 2,24 ± 0,01 | 3,34 ± 0,21 | 4,71 ± 0,09* |
| 2 | 2,61 ± 0,05 | 3,75 ± 0,04 | 4,71 ± 0,09* |
| 3 | 0,45 ± 0,01 | 0,92 ± 0,01 | 1,35 ± 0,01* |
| 4 | 0,12 ± 0,01 | 0,35 ± 0,02 | 0,61 ± 0,02* |
| 5 | 0,10 ± 0,01 | 0,14 ± 0,01 | 0,45 ± 0,01* |
| 6 | – | – | 0,01 ± 0,01* |
| P | 0,11 ± 0,01 | 0,34 ± 0,01 | 1,07 ± 0,06* |
| X | 0,01 ± 0,01 | 0,02 ± 0,01 | 0,07 ± 0,01* |
| Π | 1,03 ± 0,02 | 1,88 ± 0,04 | 2,32 ± 0,03* |
| V | – | 0,01 ± 0,01 | 0,02 ± 0,01* |

Примітка: * – вірогідність відмінностей показників з групи низинної зони проживання ($p < 0,05$)

Середні показники інтенсивності карієсу зубів у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією передгірної зони за індексом ICDAS II [4–6] складають 3,44±0,04 зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 2,10 разів більше – 7,19±0,13 зуба ($p < 0,05$).

Середні показники інтенсивності карієсу зубів у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією гірської зони за індексом ICDAS II [4–6] складають 4,46±0,04 зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 1,83 раза більше – 8,15±0,29 зуба ($p < 0,05$).

У пацієнтів з ортодонтичною патологією згідно з індексом гігієни Федорова-Володкіної встановлено вірогідні відмінності показників між клінічними групами згідно з зонами проживання (Табл. 6).

Згідно з аналізом стану гігієни у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією визначено вірогідні відмінності показників від групи пацієнтів низинної зони проживання. Доброї гігієни діагностовано не було.

Визначено вірогідне зниження у пацієнтів передгірної та гірської зони по відношенню до низинної зони показників, що відповідають задовільній гігієні (33,3%; 14,3%; 20,0%; $p < 0,05$) та незадовільній гігієні (50,0%; 42,9%; 36,0%; $p < 0,05$). Також визначено вірогідне зростання поширеності показників, що відповідають поганий гігієні (12,5%; 38,1%; 32,0%; $p < 0,05$).

Дуже погана гігієна зустрічалася у 4,2% – 1 пацієнт низинної зони, 4,7% – 1 пацієнт передгірної зони та у 12,0% – 3 пацієнти гірської зони.

Висновки. В результаті індексної оцінки стану твердих тканин зубів у 70 пацієнтів, котрі мають ортодонтичну патологію встановлено, що показники індексу інтенсивності карієсу DMF(T) згідно з зоною проживання відрізнялися вірогідно серед чоловіків (5,96±0,12 од.; 8,04±0,16 од.; 9,14±0,47 од.; $p < 0,05$) та серед жінок (5,91±0,27 од.; 6,34±0,11 од.; 7,15±0,11 од.; $p < 0,05$).

Середні показники індексу інтенсивності карієсу DMF(T) в групах згідно з зоною проживання оглянутих пацієнтів відрізнялися вірогідно (5,93±0,19 од.; 7,19±0,13 од.; 8,15±0,29 од.; $p < 0,05$).

Показники інтенсивності карієсу зубів у обстежених пацієнтів з ортодонтичною патологією низинної зони за індексом ICDAS II [4–6] складають 2,52±0,02 зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 2,35 раза більше – 5,93±0,19 зуба ($p < 0,05$); у пацієнтів передгірної зони за індексом ICDAS II [4–6] складають 3,44±0,04 зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 2,10 разів більше – 7,19±0,13 зуба ($p < 0,05$); та у пацієнтів з ортодонтичною патологією гірської зони за індексом ICDAS II [4–6] складають 4,46±0,04 зуба, тоді як за індексом ICDAS II [1–6] – в 1,83 раза більше – 8,15±0,29 зуба ($p < 0,05$).

Визначено вірогідне зниження у пацієнтів передгірної та гірської зони по відношенню до низинної зони показників, що відповідають задовільній гігієні (33,3%; 14,3%; 20,0%; $p < 0,05$) та незадовільній гігієні (50,0%; 42,9%; 36,0%; $p < 0,05$); визначено вірогідне зростання поширеності показників, що відповідають поганий гігієні (12,5%; 38,1%; 32,0%; $p < 0,05$).

Таблиця 6

Показники гігієни в пацієнтів клінічних груп згідно індексу Федорова-Володкіної

| Пацієнти Стан гігієни | Низинна зона (n=24) | | Передгірна зона (n=21) | | Гірська зона (n=25) | |
|--------------------------|---------------------|------|------------------------|-------|---------------------|-------|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| Добра | – | – | – | – | – | – |
| Задовільна | 8 | 33,3 | 3 | 14,3* | 5 | 20,0* |
| Незадовільна | 12 | 50,0 | 9 | 42,9* | 9 | 36,0* |
| Погана | 3 | 12,5 | 8 | 38,1* | 8 | 32,0* |
| Дуже погана | 1 | 4,2 | 1 | 4,7 | 3 | 12,0* |

Примітка: * – вірогідність відмінностей показників в групах проживання ($p < 0,05$)

REFERENCES

1. Lienhart G, Elsa M, Farge P, Schott AM, Thivichon-Prince B, Chanelière M. Factors perceived by health professionals to be barriers or facilitators to caries prevention in children: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2023 Oct 19;23(1):767. doi: 10.1186/s12903-023-03458-1. PMID: 37853400; PMCID: PMC10585780
2. Pattanaik S, Veeraraghavan VP, Dasari AK, Patil SR, Alzahrani SG, Fareed M. Orthodontic treatment in adults: Challenges, outcomes, and factors affecting compliance and satisfaction. *J Orthod Sci*. 2024 May 8;13:14. doi: 10.4103/jos.jos_186_23. PMID: 38784082; PMCID: PMC11114451.
3. Smolyar N, Chukhray N, Lesitskiy M, Rybert Y, Musiy-Sementsiv K. Assessment of oral hygiene maintenance in 12–18-year-old children and teenagers with fixed orthodontic appliances. *Stomatologija*. 2022;24(1):21-25. PMID: 36321706.
4. Erbe C, Temming T, Ohlendorf D, Schmidtmann I, Ferrari-Peron P, Mundethu A, Wehrbein H. Investigation of the inter-rater reliability of three different plaque indices used in patients with fixed orthodontic appliances. *PLoS One*. 2025 May 6;20(5):e0322528. doi: 10.1371/journal.pone.0322528. PMID: 40327682; PMCID: PMC12054875.
5. George A, Mungara J, Vijayakumar P, Karunakaran D, Raj S, Kumar A. Efficiency of Three Interdental Plaque Control Aids (Dental Floss, Water Flosser, and Interdental Brush) as an Adjunct to Toothbrushing in Children. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2025 Jun;18(6):637-640. doi: 10.5005/jp-journals-10005-3140. Epub
6. Mahjoub DT, AlJabri RK, Bifari NE, Najjar RS. Oral hygiene awareness and practice in orthodontic patients in Makkah city: A cross sectional study. *J Orthod Sci*. 2023 Apr 28;12:32. doi: 10.4103/jos.jos_115_22. PMID: 37351389; PMCID: PMC10282541.
7. Pattanaik S, Veeraraghavan VP, Dasari AK, Patil SR, Alzahrani SG, Fareed M. Orthodontic treatment in adults: Challenges, outcomes, and factors affecting compliance and satisfaction. *J Orthod Sci*. 2024 May 8;13:14. doi: 10.4103/jos.jos_186_23. PMID: 38784082; PMCID: PMC11114451.
8. Bilici Geçer R, Dursun D. Patients' Perspectives and Attitudes About the Relationship Between Fixed Orthodontic Treatment and Oral Hygiene. *Cureus*. 2024 Aug 30;16(8):e68178. doi: 10.7759/cureus.68178. PMID: 39347294; PMCID: PMC11439157.
9. Saikia AM, Sivasubramanian A, Muthu MS, Ganesh A, Chandrasekaran K, Kirubakaran R. Herbal Mouthrinses for Prevention of Dental Caries in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2024 Apr;17(Suppl 1):S100-S111. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2805. PMID: 39185265; PMCID: PMC11343992.
10. Klitynska OV, Kytastyi OI, Sheveria SM, Shetelya VV. Znachennia ta osoblyvosti zdiisnennia hihiiienichnykh zakhodiv v porozhnyni rota pry ortodontychnomu likuvanni neznimnymi konstruktsiiamy. [The importance and features of oral hygiene measures during orthodontic treatment with fixed structures]. *Intermedical Journal*. [онлайн]. 2025;4:50–57. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-4-9> [in Ukrainian].
11. Klitynska OV, Kytastyi OI, Sheveria SM, Shetelya VV, Odnoralov AI. Analiz efektyvnosti metodiv likuvannia demineralizatsii emali yak uskladnennia ortodontychnoho likuvannia (ohliad literatury). [Analysis of the effectiveness of treatment methods for enamel demineralization as a complication of orthodontic treatment (Literature review)]. *Suchasna stomatolohiia – Actual Dentistry*. [онлайн]. 2025;6:127–134. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-6-127> [in Ukrainian].
12. WHO. Oral health surveys: basic methods – 5th edition. Available from: <https://www.who.int/publications/item/9789241548649>. Accessed: Nov 17, 2023.
13. Shoaib L, Deery C, Ricketts DN, Nugent ZJ. Validity and reproducibility of ICDAS II in primary teeth. *Caries Res*. 2009;43(6):442–448. doi: 10.1159/000258551.
14. Dikmen B. ICDAS II criteria (International Caries Detection and Assessment System). *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2015 Oct 21;49(3):63-72. doi: 10.17096/jiufd.38691. PMID: 28955548; PMCID: PMC5573507.
15. Smolyar NI., Gumenyuk OM., Kravets TP., Bezvushko EV., Gumenyuk VV., Efremova OV. Profilaktyka stomatolohichnykh zakhvoriuvan. [Prevention of dental diseases]. *Navchalnyi posibnyk*. Lviv: «Magnolia 2006 [Textbook. Lviv: “Magnolia 2006”], 2024. 368 p. [in Ukrainian].
16. Smeeton NC. Dental statistics made easy. Third edition. CRS London, UK: Press, 2017. 217 p. ISBN: 9781498775052 DOI:10.1201/9781315381275
17. Bishop YM, Fienberg SE, Holland PW, Light RJ., Mosteller F. *Discrete Multivariate Analysis: Theory and Practice*. Springer Science & Business Media, 31. 07. 2007г. 559 p. DOI:10.1177/014662167700100218
18. Frederick J., Gravetter, Larry B. WaLLnau. *Statistics for the Behavioral Sciences*. 10-th Edition. Printed in Canada, 2015. 732 p. http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/29095/1/Frederick%20J%20Gravetter_2017.pdf

Дата першого надходження статті до видання: 10.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Klitynska Oksana Vasylivna,
*Doctor of Medical Sciences, Professor,
Professor at the Department of Postgraduate Dental Education,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0000-0001-9969-2833
SCOPUS ID: 57193120681
Uzhhorod, Ukraine*

Rozuk Igor Anatoliyovych,
*Postgraduate Student at the Department of Postgraduate Dental Education,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0009-0008-7254-3131
Uzhhorod, Ukraine*

Gurando Vyacheslav Radomyrovych,
*Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Medical and Biological Disciplines,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0000-0001-6303-3799
SCOPUS ID: 57193122263
Uzhhorod, Ukraine*

ANALYTICAL COMPARISON OF OUTCOMES OF DIRECT AND INDIRECT RESTORATIONS OF ANTERIOR TEETH: A LITERATURE REVIEW

Introduction. The aim of this study was to compare the clinical outcomes of direct and indirect restorations in anterior teeth across three parameters: survival, color stability, and patient satisfaction.

Methods. The study was based on a comparative analysis of the scientific literature. The evidence base was formed through a systematic search of electronic databases, including PubMed, Scopus, and Web of Science, covering the period from 2021 to 2026. Publications were included if they met predefined inclusion criteria, specifically reporting quantitative clinical outcomes related to anterior tooth restorations and using one of the following study designs: randomized clinical trials, prospective or retrospective cohort studies, systematic reviews, or meta-analyses. **Results.** Indirect ceramic restorations demonstrate superior long-term survival compared with direct restorations; however, this advantage is clinically relevant primarily in cases with extensive hard-tissue loss and reduced enamel availability. In cases of minor defects, differences between the two approaches are negligible. The quality of the adhesive substrate, rather than the type of restorative technique, appears to be the key determinant of survival. The superiority of indirect ceramic restorations in terms of color stability represents the most consistently supported finding, as ceramics maintain their optical and surface properties over extended periods. In contrast, direct composite restorations are more prone to discoloration and surface degradation due to intrinsic material properties and polymerization conditions within the oral environment. Patient satisfaction tends to be higher with ceramic restorations; however, the evidence supporting this outcome remains methodologically limited. Notably, a discrepancy is frequently observed between clinician-based objective assessments and patient-reported subjective perceptions of treatment outcomes.

Conclusions. The choice between direct and indirect anterior restorations should be based on a combination of clinical factors, including defect size, residual enamel volume, occlusal conditions, and patient aesthetic expectations.

Key words: aesthetic dentistry, composite restorations, ceramic restorations, adhesive substrate, color stability, clinical survival, patient satisfaction.



Клітинська Оксана Василівна, доктор медичних наук, професор, професор кафедри стоматології післядипломної освіти, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0000-0001-9969-2833, SCOPUS ID: 57193120681, м. Ужгород, Україна

Розюк Ігор Анатолійович, аспірант кафедри стоматології післядипломної освіти, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0009-0008-7254-3131, м. Ужгород, Україна

Гурандо Вячеслав Радомирович, кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0000-0001-6303-3799, SCOPUS ID: 57193122263, м. Ужгород, Україна

АНАЛІТИЧНЕ ПОРІВНЯЛЬНЕ ЗІСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРЯМИХ ТА НЕПРЯМИХ РЕСТАВРАЦІЙ ФРОНТАЛЬНОЇ ГРУПИ ЗУБІВ. (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Вступ. Мета дослідження – порівняти клінічні результати прямих і непрямих реставрацій фронтальної групи зубів за трьома параметрами: виживаністю, стабільністю кольору та задоволеністю пацієнтів.

Методи. Методологічну основу роботи становить порівняльний аналіз наукової літератури. Формування джерельної бази здійснювалося шляхом систематичного пошуку статей в електронних базах даних PubMed, Scopus і Web of Science у хронологічних межах 2021–2026 рр. До аналізу залучено публікації, що відповідали визначеним критеріям включення, а саме наявність кількісних показників клінічного результату стосовно реставрацій фронтальної групи зубів і відповідність дизайну одному з таких форматів: рандомізоване клінічне дослідження, проспективне або ретроспективне когортне дослідження, систематичний огляд чи мета-аналіз.

Результати. Непрямі керамічні реставрації перевершують прямі за довгостроковою виживаністю, однак ця перевага є клінічно значущою насамперед при великих дефектах і дефіциті емалі; при малих дефектах відмінності між методиками нівелюються. Визначальним предиктором виживаності виявляється якість адгезивного субстрату, а не тип реставрації. Перевага непрямих керамічних реставрацій за стабільністю кольору є найбільш документально підтвердженою, адже кераміка зберігає хроматичні та поверхневі характеристики протягом тривалого терміну експлуатації, тоді як для прямих композитних реставрацій зміна кольору та погіршення якості поверхні є прогнозованим процесом, зумовленим як властивостями матеріалу, так і умовами полімеризації у ротовому середовищі. Рівень задоволеності пацієнтів вищий при керамічних реставраціях, проте доказова база цього параметра є методологічно найслабшою. Зафіксовано суттєве розходження між оцінкою лікаря клінічно та суб'єктивною оцінкою пацієнта.

Висновки. Вибір між прямою та прямою реставрацією фронтальної групи зубів має визначатися сукупністю клінічних чинників: обсягом дефекту, залишковим об'ємом емалі, оклюзійними умовами й естетичними очікуваннями пацієнта.

Ключові слова: естетична стоматологія, композитні реставрації, керамічні вініри, адгезивний субстрат, стабільність кольору, клінічна виживаність, задоволеність пацієнтів.

Introduction. Damage to the hard tissues of anterior teeth caused by caries, trauma, wear, or developmental defects represents a common clinical problem that requires restorative intervention addressing both aesthetic and functional demands. In each clinical case, the practicing dentist must choose between direct composite restoration and indirect ceramic restoration, and this decision directly influences longevity, color stability, and patient satisfaction. However, the evidence base supporting this choice remains fragmented, as randomized studies specifically comparing these techniques in anterior teeth under controlled clinical conditions are lacking [1].

The most extensively investigated aspect of this topic is the comparison of the long-term survival of direct and indirect anterior restorations based on clinical data. A key contribution in this field is the practice-based study by Mazzetti T. et al., which reports a ten-year follow-up period in private clinical practice. In their analysis of 1459 veneers, the authors demonstrated that composite (direct) restorations were associated with significantly higher annual failure rates compared with ceramic (indirect) restorations—up to 10% versus 2.8% after 10 years. Regression analysis further indicated that composite veneers had a significantly higher risk of failure, both in survival (HR = 4.00) and clinical success (HR = 5.16), suggesting a statistically significant long-term advantage of ceramic veneers [1]. However, this conclusion should be interpreted with caution, as the study included restorations with varying degrees of tooth

preparation and heterogeneous clinical indications, which limits the validity of direct comparisons.

Another important area of research involves randomized comparisons of direct and indirect veneers for specific clinical indications, particularly for diastema closure. For instance, Elkaffas A. A. et al. conducted a randomized clinical trial comparing direct composite and indirect ceramic laminate veneers in the maxillary anterior region in 28 patients. Over a two-year follow-up period, all recorded failures (detachment and fracture) occurred exclusively in the indirect ceramic veneer group, while no statistically significant difference in survival rates was observed between the groups (93.4% for composite versus 95% for ceramic veneers; $p > 0.05$). These findings suggest a degree of clinical equivalence between the techniques, at least in the short term and for limited defects [2].

Studies evaluating indirect ceramic veneers while considering the vitality status of anterior teeth represent an important area of research. For example, Zarow M. et al. conducted a retrospective analysis of 154 veneers in 55 patients, stratifying the outcomes into vital (93 teeth) and devitalized (61 teeth) groups. The authors demonstrated that ceramic veneers are a more predictable treatment option than direct composite restorations. At the same time, they emphasized the lack of studies specifically comparing clinical outcomes of veneers in vital versus non-vital teeth. This highlights a significant gap in the literature and suggests limited systematization of research in this area [3].

Minimally invasive approaches to indirect restorations, particularly indirect composite laminate veneers, have emerged as a distinct research direction. In a seven-year prospective study, Kam Hepdeniz O. and Temel U.B. evaluated the survival of 80 non-preparation indirect composite veneers placed on maxillary anterior teeth. The authors reported that non-prep composite veneers demonstrate acceptable survival rates and restoration quality, and can be considered a predictable and effective approach that maximizes tooth structure preservation [4].

In contrast, the evidence base for partial ceramic veneers remains limited. A review by Durán Ojeda G. et al. reported that no randomized controlled clinical trials have been conducted in this subgroup to date. Although available laboratory data on mechanical and optical properties are promising, they remain insufficient to support robust clinical conclusions [5].

Systematic reviews encompassing a wide range of restoration types without a specific anatomical focus provide a general overview of the evidence base; however, their applicability to anterior teeth is limited. The study by Kimmel M. and Faggion C.M. Jr. analyzed 20 systematic reviews, totaling 513 original studies and a median of 623 patients per review. Notably, only two of the included reviews simultaneously evaluated restorations in both anterior and posterior single vital teeth. The remaining reviews focused primarily on posterior single vital or endodontically treated teeth and on specific clinical conditions (e.g., attrition, extensive defects).

This indicates that a substantial proportion of the available evidence is derived from clinical scenarios that differ significantly from the anterior region in terms of biomechanical conditions, aesthetic demands, and indications for treatment selection [6]. Therefore, while these reviews provide valuable insights, their conclusions regarding the choice of restoration type should not be directly extrapolated to anterior teeth without consideration of the specific biomechanical, adhesive, and aesthetic characteristics of incisors and canines.

Against this background, several key gaps in the current evidence base can be identified. First, there are no randomized clinical trials providing a direct, controlled comparison of direct and indirect restorations exclusively in anterior teeth under standardized conditions, including comparable defect size, homogeneous occlusal loading, and a follow-up period exceeding five years. Second, the long-term comparative dynamics of color stability between these two restoration types remain insufficiently investigated. Third, although isolated reports have addressed the impact of parafunctional activity on veneer fracture, comparative data on the performance of direct and indirect anterior restorations in patients with bruxism are largely lacking. This contrasts with the posterior region, where this topic has been studied more extensively. Fourth, the comparative effectiveness of adhesive protocols in direct restorations, particularly in relation to residual enamel volume in anterior teeth, has not been adequately explored. This factor is likely to be a critical determinant of clinical prognosis and warrants further investigation. Finally, patient satisfaction as an independent, measurable outcome in comparative studies

of direct and indirect restorations in the anterior region remains insufficiently represented in the peer-reviewed literature.

Aim and objectives. The aim of this study was to perform a comparative clinical analysis of direct and indirect anterior restorations based on survival rates, color stability, and patient satisfaction. The following objectives were defined: 1) to compare the clinical survival rates of direct composite and indirect ceramic restorations of anterior teeth; 2) to evaluate the color stability of direct and indirect anterior restorations; 3) to assess patient satisfaction with the aesthetic outcomes of direct and indirect anterior restorations.

Methodology and research methods. The study was based on a systematic approach to the analysis of scientific publications, ensuring a comprehensive and objective evaluation of the clinical outcomes of direct and indirect anterior restorations. The methodology followed the principles of evidence-based medicine, with conclusions derived from the critical appraisal of primary and secondary sources. The study was conducted as a narrative literature review with elements of comparative analysis.

The literature search was performed in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases. The search strategy included the following keywords and their combinations: “anterior teeth restoration,” “direct composite veneer,” “indirect ceramic veneer,” “laminate veneer survival,” “color stability of veneers,” and “patient satisfaction with dental restorations.” The search was limited to publications from 2021 to 2026 to ensure the relevance of the data. One study published in 2018 [13] was additionally included due to its conceptual significance for the evidence base. Only articles published in English were considered.

Inclusion criteria for sources:

- 1) the study addressed restorations of anterior teeth or included anterior teeth as a distinct subgroup for analysis;
- 2) at least one of the predefined outcomes was reported: survival, color stability, or patient satisfaction;
- 3) the study design corresponded to one of the following: randomized clinical trial, prospective or retrospective cohort study, systematic review, meta-analysis, or prospective clinical case series with a defined follow-up period.

Exclusion criteria: Studies were excluded if they focused exclusively on posterior teeth, were laboratory-based (*in vitro*) without clinical data, lacked quantitative results, or represented narrative reviews without primary clinical data.

Research methods: The study employed a combination of bibliographic, comparative, and analytical methods. The bibliographic method was used to identify, compile, and systematize relevant scientific sources. Comparative analysis enabled the evaluation of clinical outcomes of direct and indirect restorations based on three key parameters: survival, color stability, and patient satisfaction. Critical appraisal was performed to assess the methodological quality of the included studies, with particular attention to study design, follow-up duration, sample homogeneity, and outcome measurement methods. Data synthesis was applied to derive generalized

conclusions from the aggregated evidence. A quantitative meta-analysis was not performed due to the heterogeneity of the included studies in terms of design, materials, and clinical conditions. The clinical interpretation of the findings was conducted with consideration of the biomechanical, adhesive, and aesthetic characteristics of anterior teeth.

To structure the analysis, three analytical domains were defined: survival, color stability, and patient satisfaction. Within each domain, the data were systematized and subsequently synthesized into generalized conclusions, taking into account the clinical context.

Presentation of the main material. A comparative analysis of empirical data from publications published between 2021 and 2026 demonstrates significant differences in the clinical survival rates of direct and indirect anterior restorations. However, clinical outcomes appear to be influenced by a broader set of factors than is typically emphasized in the literature.

The study by Alqutaibi A.Y. et al. demonstrated that ceramic veneers bonded exclusively to enamel exhibit near-perfect survival rates of approximately 99% (range 98–100%). In contrast, veneers bonded to substrates with minimal dentin exposure or composite resin showed lower survival rates (94–95%), while those with substantial dentin exposure demonstrated a further reduction to approximately 91% [7]. These findings indicate that the survival of indirect restorations is determined less by the restorative technique itself and more by the quality of the bonding substrate. From a clinical perspective, reduced enamel availability is associated with decreased predictability of outcomes.

Patel K. et al. reported comparable but not identical findings in a 12-month comparative study of direct composite veneers, indirect composite veneers, and ceramic laminate veneers in anterior teeth. The fracture rate in the direct restoration group was 36.7% (11/30 cases), compared with three cases in the indirect composite group and one case in the ceramic veneer group, with a statistically significant difference ($p = 0.02$) [8]. These data support the hypothesis of greater mechanical vulnerability of direct restorations; however, the relatively short follow-up period limits the strength of long-term conclusions. Postoperative sensitivity was observed exclusively in the direct restoration group, whereas no such cases were reported in the indirect groups, which may be related to differences in polymerization stress and marginal adaptation.

A retrospective study by Etienne O. et al., including 672 veneers in 189 patients with a follow-up period of 1 to 15 years, further confirmed the critical role of enamel preservation. When restorations were bonded to a fully enamel substrate, the survival rate was approximately 96.7%, whereas it decreased to around 93.9% when dentin involvement exceeded 30%. The corresponding success rate in the enamel group reached approximately 99.3% [9]. This gradient is clinically relevant and has direct implications for treatment planning. In cases involving substantial loss of hard tooth tissue, direct restorations appear to demonstrate lower predictability compared with indirect approaches.

Thus, the findings from studies [7–9] converge on a key conclusion: indirect ceramic restorations demonstrate higher survival rates than direct restorations; however, this advantage is clinically significant primarily in cases involving extensive defects and reduced enamel volume. In cases of minor defects, the difference between the two approaches is minimal.

Color stability represents one of the most clinically perceptible outcomes for patients, and it is in this domain that the difference between direct and indirect anterior restorations is most consistently documented.

In an evaluation of the color stability of 3D-printed and prefabricated indirect veneers, Daghery A. reported that long-term color stability is a critical determinant of the clinical longevity of aesthetic restorations. Ceramic veneers consistently outperform composite counterparts in this regard during extended follow-up periods. Notably, even within indirect restorations, significant differences were observed, as 3D-printed veneers exhibited greater color change than conventional ceramic veneers after artificial aging under various environmental conditions [10].

Patel K. et al. provided additional insight under clinical conditions. At the end of a 12-month follow-up period, marginal discoloration in the direct veneer group was recorded as 13 cases of slight discoloration, 10 of moderate discoloration, and 5 of severe discoloration. In contrast, only 5 and 3 cases of discoloration were observed in the indirect composite veneer group, respectively, indicating a statistically and clinically significant difference [8]. This finding may be explained by two interrelated mechanisms: greater surface porosity of direct restorations and suboptimal marginal adaptation, both of which facilitate microleakage and pigment penetration.

Alghazzawi T.F. demonstrated that the long-term color stability of ceramic veneers can be maintained for up to 10 years of clinical use, whereas composite restorations are characterized by a gradual loss of surface gloss and changes in optical properties within the first three to five years. The superior color stability of indirect ceramic restorations is attributed not only to intrinsic material properties but also to controlled polymerization outside the oral environment and the higher surface quality achieved under laboratory conditions [11]. These factors suggest that the advantage of the indirect approach is structural rather than incidental.

Patient satisfaction, as an independent measurable outcome, remains the least systematically investigated of the three parameters analyzed. For example, Freitas B.N. et al. evaluated patient satisfaction with direct anterior restorations in comparison with clinician-based assessments using FDI (Fédération Dentaire Internationale) criteria. A total of 106 restorations were assessed by both patients and two clinicians. The results demonstrated that patients were more critical in evaluating aesthetic parameters than clinicians, with statistically significant discrepancies between subjective and objective assessments ($p \leq 0.05$). Patients rated 52.8% of restorations as satisfactory and 47.8% as unsatisfactory, whereas clinicians classified 82.3% as

satisfactory and only 17.6% as unsatisfactory [12]. These findings are important for understanding the concept of clinical success, as restorations that meet objective clinical criteria may not necessarily satisfy patient expectations. Additionally, the study by Alothman Y. and Bamasoud M.S. reported significant differences in patient satisfaction depending on the type of restoration: 93% for ceramic veneers, 82% for indirect composite restorations, and 67% for direct composite restorations [13]. These results are consistent with the general trend toward higher clinical and aesthetic predictability of indirect restorations, particularly ceramic ones, which may contribute to reducing the discrepancy between patient-reported and clinician-reported outcomes.

In the revised FDI criteria for evaluating direct and indirect restorations, Hickel R. et al. noted that patient satisfaction is a subjective parameter that is increasingly recognized as important in practice-oriented studies and is typically recorded using visual analog scales. However, in cases of dissatisfaction, a more detailed recording of complaints related to pain, sensitivity, occlusal comfort, color, and restoration contours is recommended [14].

In most of the clinical studies included in this review, patient satisfaction was either not assessed or was recorded using non-standardized methods. This gap should be regarded not as a methodological limitation of individual studies, but as a systemic issue in the design of clinical trials in aesthetic dentistry.

The summarized findings addressing the three research objectives indicate the following. Indirect restorations of anterior teeth, primarily ceramic ones, demonstrate superior performance compared with direct restorations in terms of survival in large defects, medium- and long-term color stability, and, likely, patient-reported aesthetic perception, although the latter requires further investigation using standardized assessment tools. Direct restorations retain advantages in cases of small defects, limited financial resources, and the need to minimize tooth preparation. This clinical differentiation is justified; therefore, the choice between techniques should be based on a comprehensive assessment of clinical conditions rather than on generalized recommendations.

Conclusions. Based on a critical synthesis of the current literature comparing direct and indirect restorations of anterior teeth, a differentiated advantage of indirect, primarily ceramic, restorations has been

identified; however, this advantage is context-dependent rather than absolute.

Indirect ceramic restorations of anterior teeth demonstrate higher long-term survival rates compared with direct composite restorations. This advantage is clinically relevant primarily in cases of extensive hard tissue loss and reduced enamel availability. In cases of limited defects and an adequate enamel substrate, differences between the techniques decrease to clinically marginal levels. The key determinant of restoration survival is not the restorative technique per se, but the quality of the adhesive substrate.

The superiority of indirect ceramic restorations in terms of color stability represents the most consistently supported finding among the analyzed parameters.

A tendency toward higher patient satisfaction with indirect restorations, particularly ceramic ones, has been observed; however, the evidence base for this parameter remains methodologically the weakest. A systemic issue was identified: patient satisfaction is either not assessed in clinical studies or measured with non-standardized instruments, limiting meaningful inter-study comparisons. Furthermore, a relevant phenomenon—the discrepancy between clinician-based and patient-reported evaluations of restorations—has been confirmed, raising questions about the adequacy of purely clinical criteria for defining success in aesthetic dentistry.

Overall, the choice between direct and indirect restoration of anterior teeth cannot be standardized. Clinical decision-making should be guided by a combination of factors, including defect size, residual enamel volume, occlusal conditions, patient requirements regarding long-term color stability, and subjective aesthetic expectations. The available evidence supports the superiority of indirect ceramic restorations for most evaluated parameters (survival, color stability, and patient satisfaction) in the medium- and long-term perspective; however, it does not justify abandoning direct restorative approaches in cases of small defects and a predominantly enamel-based substrate.

A promising direction for future research is the conduct of randomized clinical trials with follow-up periods exceeding 5 years, standardized outcome measures for survival and color stability, and the mandatory use of validated instruments to assess patient satisfaction.

REFERENCES

1. Mazzetti T, Collares K, Rodolfo B, da Rosa Rodolpho PA, van de Sande FH, Cenci MS. 10-year practice-based evaluation of ceramic and direct composite veneers. *Dent Mater.* 2022;38(5):898-906. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.03.007>
2. Elkaffas AA, Alshehri A, Alqahtani AR, Abuelqomsan MA, Deeban YAM, Albaijan RS, et al. Randomized clinical trial on direct composite and indirect ceramic laminate veneers in multiple diastema closure cases: Two-year follow-up. *Materials (Basel).* 2024;17(14):3514. doi: <https://doi.org/10.3390/ma17143514>
3. Zarow M, Hardan L, Szczeklik K, Bourgi R, Cuevas-Suárez CE, Jakubowicz N, et al. Porcelain veneers in vital vs. non-vital teeth: A retrospective clinical evaluation. *Bioengineering (Basel).* 2023;10(2):168. doi: <https://doi.org/10.3390/bioengineering10020168>
4. Kam Hepdeniz O, Temel UB. Clinical survival of No-prep indirect composite laminate veneers: A 7-year prospective case series study. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):257. doi: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02949-5>
5. Durán Ojeda G, Bresser RA, Wendler M, Gresnigt MMM. Ceramic partial laminate veneers in anterior teeth: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2024;68(2):246-54. doi: https://doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_23_00090
6. Kimmel M, Faggion CM Jr. Systematic reviews comparing direct and indirect restorations: An umbrella review that examines restoration type and confidence in results. *Clin Exp Dent Res.* 2025;11:e70149. doi: <https://doi.org/10.1002/cre2.70149>

-
7. Alqutaibi AY, Saker S, Alghauli MA, Algabri RS, AbdElaziz MH. Clinical survival and complication rate of ceramic veneers bonded to different substrates: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2025;134(4):1030-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.03.019>
 8. Patel K, Asthana G, Parmar A, Tamuli R, Manglani S, Dhanak N. Clinical assessment of direct composite veneer and indirect veneers using a minimally invasive preparation technique. *J Conserv Dent Endod.* 2025;28(10):965-71. doi: https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_279_25
 9. Etienne O, Wang CJ, Bourgi R, Watzki D, Roman T. Survival of ceramic veneers: Impact of dentin exposure and tooth vitality after 1 to 15 years of follow-up. *J Esthet Restor Dent.* 2025;37(12):2519-32. doi: <https://doi.org/10.1111/jerd.70016>
 10. Daghery A. Color stability, gloss retention, and surface roughness of 3D-printed versus indirect prefabricated veneers. *J Funct Biomater.* 2023;14(10):492. doi: <https://doi.org/10.3390/jfb14100492>
 11. Alghazzawi TF. Clinical survival rate and laboratory failure of dental veneers: A narrative literature review. *J Funct Biomater.* 2024;15(5):131. doi: <https://doi.org/10.3390/jfb15050131>
 12. Freitas BN, Silva POD, Pintado-Palomino K, Almeida CVVB, Souza-Gabriel AE, Corona SAM, et al. Patients' satisfaction concerning direct anterior dental restoration. *Braz Dent J.* 2023;34(3):82-93. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305260>
 13. Alothman Y, Bamasoud MS. The success of dental veneers according to preparation design and material type. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(12):2402-8. doi: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.353>
 14. Hickel R, Mesinger S, Opdam N, Loomans B, Frankenberger R, Cadenaro M, et al. Revised FDI criteria for evaluating direct and indirect dental restorations-recommendations for its clinical use, interpretation, and reporting. *Clin Oral Investig.* 2023;27(6):2573-92. doi: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04814-1>

Дата першого надходження статті до видання: 14.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Ковач Ілона Василівна,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри дитячої стоматології,
Дніпровський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-5887-4136
м. Дніпро, Україна

Влад Микола Іванович,
аспірант кафедри дитячої стоматології,
Дніпровський державний медичний університет
ORCID ID: 0000-0003-2444-3132
м. Дніпро, Україна

КЛІНІКО-ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЕФЕНЗИНІВ У ФОРМУВАННІ КАРІЄСУ ЗУБІВ ТА ХРОНІЧНОГО КАТАРАЛЬНОГО ГІНГІВІТУ У ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ

Вступ. Визначення концентрації дефензинів у ротовій рідині може розглядатися як перспективний діагностичний критерій оцінки ризику розвитку карієсу зубів і запальних захворювань тканин пародонта та потенційний маркер ефективності профілактично-лікувальних заходів.

Мета дослідження – оцінка діагностичного потенціалу дефензинів при карієсі зубів і хронічному катаральному гінгівіті у дітей з особливими потребами в динаміці.

Матеріали та методи. З обстежених 66 дітей віком від 7 до 18 років сформували дві групи: основна ($n = 31$) – діти з особливими потребами, які мали клінічні ознаки ураження твердих тканин зубів і запальних захворювань пародонту та група порівняння ($n = 35$) – діти відповідного віку без системних порушень розвитку зі здоровою ротовою порожниною. Дітям основної групи проведено професійну гігієну порожнини рота та лікування зубів; слизову оболонку порожнини рота обробляли розчином сорбенту (ентеросгель) та протизапальним препаратом (стоматофіт А-спрей), а на тверді тканини зубів наносили кальційвмісний гель з пероральним застосуванням цитрату кальцію. Рівень дефензинів у ротовій рідині визначали методом імуноферментного аналізу. Статистична обробка даних виконувалася за допомогою програми MS Excel і ліцензійної статистичної програми Biostat.

Результати. Встановлено, що у дітей з особливими потребами рівень α -дефензинів у ротовій рідині до початку лікування був достовірно зниженим порівняно з групами порівняння. Після проведення лікувально-профілактичних заходів у дітей основних груп спостерігалось достовірне підвищення концентрації α -дефензинів у ротовій рідині через 6 та 12 місяців спостереження ($p < 0,05$). Встановлено, що найбільш виражена позитивна динаміка рівня α -дефензинів спостерігалася у дітей старшої вікової групи (13–18 років) та у дітей з легким і помірним ступенем зниження когнітивних функцій, що може бути пов'язано з кращою адаптацією механізмів місцевого імунного захисту та більш ефективним виконанням гігієнічних заходів. **Висновки.** Проведений кореляційний аналіз виявив наявність прямих статистично значущих зв'язків між віком дітей та рівнем α -дефензинів після лікування ($r=0,54-0,74$; $p < 0,05$), а також обернений кореляційний зв'язок між ступенем тяжкості когнітивних порушень та концентрацією α -дефензинів у ротовій рідині ($r=-0,71$; $p < 0,05$).

Ключові слова: діти з особливими потребами, ротова рідина, дефензини, карієс, хронічний катаральний гінгівіт.

Kovach Iлона Vasylivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry, Dnipro State Medical University; ORCID ID: 0000-0002-5887-4136, Dnipro, Ukraine

Vlad Mykola Ivanovych, Postgraduate Student at the Department of Pediatric Dentistry, Dnipro State Medical University; ORCID ID: 0000-0003-2444-3132, Dnipro, Ukraine

CLINICAL AND DIAGNOSTIC SIGNIFICANCE OF DEFENSINS IN THE DEVELOPMENT OF DENTAL CARIES AND CHRONIC CATARRHAL GINGIVITIS IN CHILDREN WITH SPECIAL NEEDS

Introduction. Determination of defensin concentration in oral fluid is a promising diagnostic criterion for assessing the risk of dental caries and periodontal inflammatory diseases, as well as a potential marker of the effectiveness of preventive and therapeutic interventions. The aim of the study was to evaluate the diagnostic potential of defensins in dental caries and chronic catarrhal gingivitis in children with special needs over time.

Materials and methods. Sixty-six children aged 7 to 18 years were examined and divided into two groups: the main group ($n = 31$) consisted of children with special needs who had clinical signs of hard dental tissue lesions and inflammatory periodontal diseases, and the comparison group ($n = 35$) included age-matched children without systemic developmental disorders and with a healthy oral cavity. Children

© Ковач І. В., Влад М. І., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

in the main group underwent professional oral hygiene and dental treatment; the oral mucosa was treated with a sorbent solution (Enterogel) and an anti-inflammatory agent (Stomatofyt A-spray), while a calcium-containing gel was applied to hard dental tissues along with oral administration of calcium citrate. Defensin levels in oral fluid were determined using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Statistical analysis was performed using MS Excel and the licensed statistical software Biostat.

Results. It was found that children with special needs had significantly lower levels of α -defensins in oral fluid prior to treatment compared with the comparison group. After the implementation of therapeutic and preventive measures, a significant increase in α -defensin concentrations in oral fluid was observed in the main group at 6 and 12 months of follow-up ($p < 0.05$). The most pronounced positive dynamics of α -defensin levels were observed in older children (13–18 years) and in children with mild to moderate cognitive impairment, which may be associated with better adaptation of local immune defense mechanisms and more effective oral hygiene practices.

Conclusions. Correlation analysis revealed statistically significant positive relationships between age and post-treatment α -defensin levels ($r = 0.54–0.74$; $p < 0.05$), as well as a negative correlation between the severity of cognitive impairment and α -defensin concentration in oral fluid ($r = -0.71$; $p < 0.05$).

Key words: children with special needs, dental caries, chronic catarrhal gingivitis, defensins, oral fluid.

Вступ. Сучасні уявлення про етіопатогенез карієсу зубів і запальних захворювань тканин пародонта зазнали суттєвого перегляду у зв'язку з поглибленням знань про роль мікроекології порожнини рота та механізмів вродженого імунітету [1–5]. Встановлено, що ключовим фактором підтримання гомеостазу ротової порожнини є баланс між мікробіотою та захисними системами організму, серед яких важливе місце належить антимікробним пептидам, зокрема дефензинам [6–8].

Дефензини є низькомолекулярними катионними пептидами, що належать до основних ефекторних компонентів вродженого імунітету. Вони характеризуються широким спектром антимікробної активності щодо грампозитивних і грамнегативних бактерій, грибів та вірусів [9–13]. Механізм їх дії пов'язаний із порушенням цілісності клітинної мембрани мікроорганізмів, а також інактивацією патоген-асоційованих молекулярних структур, адгезинів і токсинів інфекційних агентів. [14–18]. Окрім безпосередньої бактеріцидної дії, дефензини відіграють важливу імунomodуючу роль, регулюючи активність моноцитів, макрофагів і дендритних клітин, а також посилюючи гуморальну і клітинну імунну відповідь [19–21].

У порожнині рота людини дефензини представлені, зокрема, α -дефензинами (HNP-1, HNP-2, HNP-3), основним джерелом яких є слинні залози, переважно підщелепні, що забезпечують продукцію нестимульованої слини. Саме вони підтримують базовий рівень антимікробного захисту слизової оболонки порожнини рота та твердих тканин зубів [22].

Порушення синтезу або зниження концентрації дефензинів у ротовій рідині створює сприятливі умови для адгезії та колонізації карієсогенних і пародонтопатогенних мікроорганізмів, що призводить до формування мікробної біляшки, демінералізації емалі та розвитку запальних процесів у тканинах пародонта. Таким чином, дефіцит α -дефензинів розглядається як один із ключових патогенетичних чинників розвитку карієсу зубів і гінгівіту.

Особливої актуальності це питання набуває у дітей з особливими потребами, у яких наявні порушення соматичного та психофізичного розвитку, зміни імунологічної реактивності, а також труднощі у забезпеченні належного рівня гігієни порожнини рота. У цих умовах зниження активності факторів місцевого імунітету, зокрема дефензинів, може суттєво підвищувати ризик розвитку стоматологічних захворювань [2].

З огляду на зазначене, визначення концентрації дефензинів у ротовій рідині може розглядатися як

перспективний діагностичний критерій оцінки ризику розвитку карієсу зубів і запальних захворювань тканин пародонта, а також як потенційний маркер ефективності профілактичних і лікувальних заходів [23–25].

Мета дослідження – оцінка діагностичного потенціалу дефензинів при карієсі зубів і хронічному катаральному гінгівіті у дітей з особливими потребами в динаміці.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні взяли участь 66 дітей віком від 7 до 18 років, які були розподілені на дві групи: основна ($n = 31$) – діти з особливими потребами (дитячий церебральний параліч, синдром Дауна, аутизм, різні форми розумової відсталості з легким, помірним або тяжким ступенем зниження когнітивних функцій), що мали клінічні ознаки ураження твердих тканин зубів і запальних захворювань пародонту (хронічний катаральний гінгівіт або пародонтальний синдром) та група порівняння ($n = 35$) – діти відповідного віку без системних порушень розвитку з клінічно інтактними твердими тканинами зубів і пародонтом або пролікованими зубами. Всім дітям основної групи було проведено професійну гігієну порожнини рота та лікування зубів в умовах загального знеболення з послідовним проведенням чистки зубів батьками в домашніх умовах з використанням ферментної дитячої зубної пасти Curaprox CS Kids дітям з 7 до 12 років або ферментної зубної пасти Curaprox Enzycal 1450 ppm дітям 13-18 років. Всі діти групи порівняння використовували ті ж зубні пасти після проведення професійної гігієни та санації порожнини рота. Крім того всім дітям основної групи спостереження слизову оболонку порожнини рота обробляли розчином сорбенту (ентеросгель) з послідовним нанесенням протизапального препарату (стоматофит А-спрей), а на тверді тканини зубів наносили кальційвмісний гель з пероральним застосуванням цитрату кальцію.

Рівень дефензинів у ротовій рідині визначали методом імуноферментного аналізу («НВТ», Нідерланди; діапазон виміру: 156–10000 пг/мл; чутливість: 156 пг/мл) [26]. Статистичну обробку результатів проводили із застосуванням параметричних та непараметричних методів медичної статистики залежно від характеру розподілу даних. Аналіз досліджень ротової рідини проводили перед виконанням лікувальних заходів, а потім через 6 та 12 місяців. Ротову рідину збирали вранці натще.

Статистична обробка даних виконувалася з використанням загальноприйнятих методів за допомогою

програми MS Excel і ліцензійної статистичної програми Biostat. Для порівняння груп використовували t-критерій Стьюдента та U-критерій Манна-Вітні. Вірогідність різниці вважали статистично значущою при $p < 0,05$ [27].

Дослідження проведено відповідно до Гельсінської декларації (2013), етичних принципів ВООЗ та наказу МОЗ України №690 від 23.09.2009 р. Батьки або офіційні опікуни всіх дітей підписали інформовану згоду на участь у дослідженні. Таким чином, обрані методи дозволили комплексно оцінити стан твердих тканин зубів і пародонту та визначити взаємозв'язок клінічних проявів хронічного катарального гінгівіту та уражень твердих тканин зубів з рівнем α -дефензинів (HNP 1–3) у ротовій рідині дітей з особливими потребами в динаміці.

Результати дослідження та їх обговорення. У таблиці 1 представлені результати вивчення концентрації α -дефензинів в ротовій рідині дітей 7–18 років з карієсом зубів та хронічним катаральним гінгівітом (ХКГ) в динаміці спостереження. Аналіз показників, наведених у таблиці 1, свідчить про наявність суттєвих змін концентрації α -дефензинів залежно від клінічного стану тканин порожнини рота та ступеня вираженості стоматологічної патології. Встановлено, що у дітей з особливими потребами спостерігається тенденція до зниження рівня дефензинів у ротовій рідині порівняно з умовно здоровими дітьми, що може свідчити про порушення механізмів місцевого неспецифічного імунного захисту (Табл. 1).

Найбільш виражене зниження концентрації α -дефензинів виявлено у дітей із поєднаним перебігом карієсу зубів та хронічного катарального гінгівіту. При цьому встановлено, що зі збільшенням інтенсивності каріозного процесу та ступеня запальних змін у тканинах пародонта рівень α -дефензинів у ротовій рідині достовірно знижувався ($p < 0,05$). Отримані результати свідчать про виснаження факторів місцевого антимікробного захисту порожнини рота на тлі прогресування стоматологічної патології у дітей з особливими потребами.

Аналіз цифрових даних таблиці свідчить про суттєві відмінності рівня α -дефензинів залежно від

віку дітей, ступеня порушення когнітивних функцій та ефективності проведених лікувально-профілактичних заходів.

Так, до початку лікування у всіх дітей з особливими потребами спостерігався низький рівень α -дефензинів у ротовій рідині у співставленні з групами порівняння. При цьому найбільш виражене зниження показників встановлено у дітей з аутизмом, дитячим церебральним паралічем та тяжкими формами розумової відсталості з тяжким ступенем зниження когнітивних функцій. Так, у дітей віком 7–12 років рівень α -дефензинів до лікування становив $0,81 \pm 0,011$ мкг/мл, а у віці 13–18 років – $0,54 \pm 0,023$ мкг/мл, що було достовірно нижчим порівняно з відповідними показниками груп порівняння ($1,06 \pm 0,051$ мкг/мл та $1,04 \pm 0,055$ мкг/мл відповідно). Це свідчить про значне пригнічення факторів місцевого неспецифічного імунного захисту порожнини рота у даного контингенту дітей.

У дітей із синдромом Дауна, аутизмом, ДЦП та різними формами розумової відсталості на тлі легкого або помірного ступеня зниження когнітивних функцій показники α -дефензинів до лікування були дещо вищими та становили $0,97 \pm 0,052$ мкг/мл у віці 7–12 років і $0,99 \pm 0,053$ мкг/мл у віці 13–18 років, однак також залишалися нижчими від значень у групах порівняння.

У процесі динамічного спостереження після проведення лікувально-профілактичних заходів відзначалася тенденція до підвищення концентрації α -дефензинів у ротовій рідині, що супроводжувалося покращенням клінічного стану порожнини рота, зменшенням запальних явищ у тканинах пародонта та покращенням гігієнічних показників.

При цьому вже через 6 місяців після проведеного лікування в основних групах спостерігалася достовірне підвищення концентрації α -дефензинів у ротовій рідині ($p < 0,05$). Найбільш виражена позитивна динаміка відзначалася у дітей старшої вікової групи з легким або помірним ступенем зниження когнітивних функцій, де рівень α -дефензинів збільшився до $7,48 \pm 0,491$ мкг/мл, що значно перевищувало показ-

Таблиця 1

Динаміка змін концентрації α -дефензинів (HNP) в ротовій рідині у дітей з особливими потребами, мкг/мл ($M \pm m$)

| Групи дітей | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|
| Основна (7–12 років) | | Порівняння (7–12 років) | Основна (13–18 років) | Порівняння (13–18 років) | |
| Синдром Дауна, аутизм, ДЦП та різні форми розумової відсталості з легким та помірним ступенем зниження когнітивних функцій | До лікування | $0,97 \pm 0,052$ | $1,06 \pm 0,051$ | $0,99 \pm 0,053$ | $1,04 \pm 0,055$ |
| | Через 6 міс. | $5,85 \pm 0,307^*$ | $1,93 \pm 0,102$ | $7,48 \pm 0,491^*$ | $1,95 \pm 0,065$ |
| | Через рік | $5,02 \pm 0,364^*$ | $1,18 \pm 0,051$ | $6,11 \pm 0,472^*$ | $1,29 \pm 0,056$ |
| Аутизм, ДЦП та тяжкі форми розумової відсталості з тяжким ступенем зниження когнітивних функцій | До лікування | $0,81 \pm 0,011$ | $1,06 \pm 0,051$ | $0,54 \pm 0,023$ | $1,04 \pm 0,055$ |
| | Через 6 міс. | $4,91 \pm 0,358^*$ | $1,93 \pm 0,102$ | $6,51 \pm 0,425^*$ | $1,95 \pm 0,065$ |
| | Через рік | $3,01 \pm 0,311^*$ | $1,18 \pm 0,051$ | $5,86 \pm 0,407^*$ | $1,29 \pm 0,056$ |

Примітка: * – відмінності достовірні ($p < 0,05$) порівняно з групою порівняння

ники групи порівняння ($1,95 \pm 0,065$ мкг/мл). У дітей з тяжкими когнітивними порушеннями також відзначалося суттєве зростання концентрації вивчаемого показника – до $4,91 \pm 0,35$ мкг/мл у віці 7–12 років та до $6,51 \pm 0,425$ мкг/мл у віці 13–18 років.

Звертає на себе увагу той факт, що через рік після проведеного лікування та проведення розроблених лікувально-профілактичних міроприємств рівень α -дефензинів у дітей основних груп дещо знижувався порівняно з показниками через 6 місяців, однак залишався достовірно вищим від вихідних значень ($p < 0,05$). Так, у дітей з легким або помірним ступенем зниження когнітивних функцій концентрація α -дефензинів становила $5,02 \pm 0,364$ мкг/мл у віці 7–12 років та $6,11 \pm 0,472$ мкг/мл у віці 13–18 років, а у дітей із тяжким ступенем зниження когнітивних функцій відповідні показники склали $3,01 \pm 0,311$ мкг/мл та $5,86 \pm 0,407$ мкг/мл.

Отримані результати свідчать про позитивний вплив проведених лікувально-профілактичних заходів на стан місцевого імунітету порожнини рота у дітей з особливими потребами. Водночас менш виражена та менш стабільна динаміка підвищення рівня α -дефензинів у дітей із тяжким ступенем зниження когнітивних функцій може бути пов'язана зі складністю підтримання належного рівня гігієни порожнини рота та особливостями імунологічної реактивності організму.

Таким чином, результати дослідження підтверджують важливу роль α -дефензинів у забезпеченні місцевого імунологічного захисту порожнини рота та обґрунтовують доцільність використання показників їх концентрації у ротовій рідині як діагностичного та прогностичного критерію розвитку карієсу зубів і запальних захворювань тканин пародонта у дітей з особливими потребами.

З метою визначення взаємозв'язку між віком дітей, ступенем порушення когнітивних функцій та показниками місцевого імунітету порожнини рота проведено кореляційний аналіз рівня α -дефензинів у ротовій рідині у різних клінічних групах.

В результаті аналізу встановлено наявність прямих статистично значущих кореляційних зв'язків між віком дітей та рівнем α -дефензинів після проведеного лікування. Так, у дітей із синдромом Дауна, аутизмом, ДЦП та різними формами розумової відсталості з легким або помірним ступенем зниження когнітивних функцій виявлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між віком та концентрацією вивчаемого показника через 6 місяців після лікування ($r=0,74$; $p < 0,05$), що свідчить про більш виражену активацію факторів місцевого неспецифічного імунного захисту у старших дітей.

Аналогічна тенденція спостерігалася через рік після лікування, де рівень кореляційного зв'язку залишався високим ($r = 0,68$; $p < 0,05$). Отримані результати можуть свідчити про кращу адаптацію механізмів місцевого імунітету та вищу ефективність підтримуючих профілактичних заходів у дітей старшого віку.

У групі дітей з аутизмом, ДЦП та тяжкими формами розумової відсталості з тяжким ступенем зниження когнітивних функцій встановлено помірний позитивний кореляційний зв'язок між віком та рівнем дефензинів через 6 місяців після лікування ($r=0,59$; $p < 0,05$) і через рік ($r=0,54$; $p < 0,05$). Менш виражений характер кореляційних зв'язків у даній групі може бути пов'язаний із тяжкими порушеннями когнітивних функцій, складністю формування навичок гігієни порожнини рота та зниженням компенсаторних можливостей місцевого імунітету.

При міжгруповому аналізі встановлено достовірні відмінності між дітьми з легким і помірним та тяжким ступенем зниження когнітивних функцій. Наряду з тим, після лікування рівень α -дефензинів був достовірно вищим у дітей з легким і помірним ступенем зниження когнітивних функцій порівняно з дітьми, які мали тяжкі когнітивні порушення ($p < 0,05$). Найбільш виражені міжгрупові відмінності спостерігалися у віковій групі 13–18 років, де різниця між показниками становила понад 1,5 рази.

Кореляційний аналіз також показав наявність оберненого зв'язку між ступенем тяжкості зниження когнітивних функцій та рівнем α -дефензинів у ротовій рідині ($r = -0,71$; $p < 0,05$), що свідчить про зниження активності факторів місцевого імунітету зі збільшенням тяжкості основного захворювання.

Таким чином, результати проведеного кореляційного аналізу підтверджують, що рівень α -дефензинів у ротовій рідині дітей з особливими потребами залежить як від віку, так і від характеру та тяжкості психофізичних порушень. Встановлені закономірності свідчать про важливу роль α -дефензинів у підтриманні місцевого імунологічного гомеостазу порожнини рота та обґрунтовують можливість їх використання як біомаркерів ефективності лікувально-профілактичних заходів у даного контингенту дітей.

Висновки.

1. Встановлено, що у дітей з особливими потребами рівень α -дефензинів у ротовій рідині до початку лікування був достовірно зниженим порівняно з групами порівняння, що свідчить про порушення механізмів місцевого неспецифічного імунного захисту порожнини рота.

2. Найнижчі показники α -дефензинів встановлено у дітей з аутизмом, дитячим церебральним паралічем та тяжкими формами розумової відсталості з тяжким ступенем зниження когнітивних функцій, що вказує на залежність стану місцевого імунітету від тяжкості основного захворювання та рівня когнітивних порушень.

3. Доведено, що після проведення лікувально-профілактичних заходів у дітей основних груп спостерігалася достовірне підвищення концентрації α -дефензинів у ротовій рідині через 6 місяців та через рік спостереження ($p < 0,05$), що свідчить про позитивний вплив проведеного лікування на стан місцевого імунітету порожнини рота.

4. Встановлено, що найбільш виражена позитивна динаміка рівня α -дефензинів спостерігалася

у дітей старшої вікової групи (13–18 років) та у дітей з легким і помірним ступенем зниження когнітивних функцій, що може бути пов'язано з кращою адаптацією механізмів місцевого імунного захисту та більш ефективним виконанням гігієнічних заходів.

5. Проведений кореляційний аналіз виявив наявність прямих статистично значущих зв'язків між віком дітей та рівнем α -дефензинів після лікування ($r=0,54-0,74$; $p < 0,05$), а також обернений кореляційний зв'язок між ступенем тяжкості когнітивних порушень та концентрацією α -дефензинів у ротовій рідині ($r=-0,71$; $p < 0,05$).

6. Отримані результати підтверджують важливу роль α -дефензинів у забезпеченні місцевого імунологічного захисту порожнини рота та свідчать про можливість використання показників їх концентрації як додаткових діагностичних і прогностичних маркерів розвитку карієсу зубів та хронічного катарального гінгівіту у дітей з особливими потребами.

7. Результати дослідження обґрунтовують доцільність включення оцінки рівня α -дефензинів у комплексне обстеження дітей з особливими потребами для підвищення ефективності профілактики, моніторингу та лікування стоматологічних захворювань.

REFERENCES

1. Godovanets O, Kitsak T, Kuzniak B. Clinical characteristics of chronic catarrhal gingivitis in children aged 12-15 years. *Ukr. Dent. Alm.* [Internet]. 2025 Oct. 8 [cited 2026 May 13];(3):72-7. Available from: <https://dental-almanac.org/index.php/journal/article/view/748> in Ukrainian
2. Smolyar N.I., Chukhray N.L. Features of Dental Status and Local Immunity in Children with Special Needs. *News of Dentistry.* 2022;1:34–39. in Ukrainian
3. Nazarenko IV, Hodovanets OI. Role of Antimicrobial Peptides in the Development of Dental Diseases in Children. *Bukovinian Medical Herald.* 2021;25(3):112–118. in Ukrainian
4. Kaskova L.F., Amosova L.I., Ulasevych L.P. Oral Microbiocenosis and Local Immunity Factors in Children with Dental Caries. *Visnyk Stomatolohii (Bulletin of Dentistry).* 2020;4:72–77. in Ukrainian
5. Bidenko N.V., Kazakova R.V., Rozhko M.M. The State of Local Oral Immunity in Children with Dental Pathology. *Ukrainian Dental Almanac.* 2019;2:45–49. in Ukrainian
6. World Health Organization. Global Oral Health Status Report: Towards Universal Health Coverage for Oral Health by 2030. Geneva: WHO; 2022. <https://iris.who.int/handle/10665/364538>
7. Gorr SU. Antimicrobial peptides in periodontal innate defense. *Front Oral Health.* 2021;2:639686. DOI:10.3389/froh.2021.639686
8. Pärnänen P, Meurman JH, Sorsa T. The role of salivary antimicrobial peptides in oral health and disease. *J Oral Microbiol.* 2020;12(1):1763452. DOI: 10.1080/20002297.2020.1763452
9. Pérez-Sayáns M, Suárez-Peñaranda JM, Gándara Vila P, et al. "Salivary biomarkers in oral diseases." *Journal of Clinical and Experimental Dentistry.* 2020;12(10):e1010–e1018 DOI: 10.4317/jced.57086
10. Tokajuk G, Niemczuk M, Deptuła P, et al. Cathelicidin and defensins in oral cavity and their role in oral diseases. *Postepy Hig Med Dosw.* 2020;74:223–234. DOI: 10.5604/01.3001.0014.5497
11. Seyedmajidi M, Khani S, Haghanifar S, et al. Evaluation of salivary alpha defensin levels in children with severe early childhood caries. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2019;20(6):567–573. DOI: 10.1007/s40368-019-00443-6
12. Zhang L, Yu W, He T, et al. Contribution of the antimicrobial peptide LL-37 in defense and disease of the oral cavity. *Oral Dis.* 2019;25(3):575–585. DOI: 10.1111/odi.12943
13. Sahingur SE, Yeudall WA. Chemokine function in periodontal disease and oral cavity cancer. *Front Immunol.* 2019;10:1211. DOI: 10.3389/fimmu.2019.01211
14. Lee YH, Wong DT. Saliva: an emerging biofluid for early detection of diseases. *Am J Dent.* 2019;32(5):241–248.
15. Wang GP. Defensins and human innate immunity. *Front Biosci.* 2019;4:545–558.
16. Vieira AR, Modesto A, Marazita ML. Caries: review of human genetics research. *Caries Res.* 2018;52(3):491–506. DOI: 10.1159/000484594
17. Meyle J, Chapple I. Molecular aspects of the pathogenesis of periodontitis. *Periodontol 2000.* 2018;69(1):7–17. DOI: 10.1111/prd.12104
18. Kolenbrander PE, Palmer RJ, Periasamy S, Jakubovics NS. Oral multispecies biofilm development and the key role of cell-cell distance. *Nat Rev Microbiol.* 2018;16(1):1–13. DOI: 10.1038/nrmicro.2017.120
19. Prasad M, Lambe UP, Brar B, et al. Nanotherapeutics: an insight into healthcare and multi-dimensional applications in medical sector of the modern world. *Biomed Pharmacother.* 2018;97:1521–1537. DOI: 10.1016/j.biopha.2017.10.147
20. Dale BA, Fredericks LP. Antimicrobial peptides in the oral environment: expression and function in health and disease. *Curr Issues Mol Biol.* 2018;29:31–48.
21. Squier CA, Brogden KA. *Human Oral Mucosa: Development, Structure and Function.* Wiley Blackwell; 2017. DOI: 10.1002/9781118951035
22. Joly S, Maze C, McCray PB Jr, Guthmiller JM. Human beta-defensins 2 and 3 demonstrate strain-selective activity against oral microorganisms. *J Clin Microbiol.* 2017;55(3):764–773. DOI: 10.1128/JCM.01946-16
23. Li X, Kolltveit KM, Tronstad L, Olsen I. Systemic diseases caused by oral infection. *Clin Microbiol Rev.* 2017;13(4):547–558.
24. Singh PK, Jia HP, Wiles K, et al. Production of beta-defensins by human airway epithelia. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2016;95(25):14961–14966. DOI: 10.1073/pnas.95.25.14961
25. Hancock REW, Haney EF, Gill EE. The immunology of host defense peptides: beyond antimicrobial activity. *Nat Rev Immunol.* 2016;16(5):321–334. DOI: 10.1038/nri.2015.7

26. Gardner MS, Rowland MD, Siu A, et al. A comprehensive defensin assay for saliva. *Analytical Chemistry*. 2009;81(2):557–566. DOI: 10.1021/ac8019776

27. Sheskin DJ. *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. 5th ed. Boca Raton: CRC Press; 2020. DOI: 10.4324/9780203489536

Дата першого надходження статті до видання: 10.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Кузенко Євген Вікторович,
доктор медичних наук, професор,
доцент кафедри стоматології,
Навчально-науковий медичний інститут
Сумського державного університету
ORCID ID: 0000-0003-3985-8912
м. Суми, Україна

Поддусьва Вікторія Петрівна,
здобувач вищої освіти стоматологічного факультету,
Навчально-науковий медичний інститут
Сумського державного університету
ORCID ID: 0009-0004-0310-0637
м. Суми, Україна

Меншов Татіана Андріївна,
здобувач вищої освіти стоматологічного факультету,
Навчально-науковий медичний інститут
Сумського державного університету
ORCID ID: 0009-0002-0809-485X
м. Суми, Україна

ХРОМОГЕННА ПІГМЕНТНА ДИСТРОФІЯ ЗУБІВ ЗА СІМЕЙНИМ ТИПОМ (КОРОТКЕ ПОВІДОМЛЕННЯ)

Вступ. Хромогенні зубні відкладення, зумовлені пігментсекретуючими бактеріями, є поширеною проблемою в стоматологічній практиці та часто мають сімейний характер поширення. Формування такого нальоту пов'язане з особливостями мікробіоценозу порожнини рота та здатністю окремих мікроорганізмів продукувати хромогенні сполуки.

Мета дослідження. Розробити протокол комплексного лікування хромогенного нальоту з урахуванням сімейної дисемінації.

Матеріали і методи. Обстежено 6 родин (18 осіб), які проживали спільно та мали прояви хромогенного нальоту. Застосовано комплексний підхід, що включав професійну гігієну порожнини рота, антисептичну обробку, пробіотичну терапію, а також рекомендації щодо індивідуальної гігієни та деконтамінації засобів догляду.

Результати дослідження та їх обговорення. Після лікування повне усунення хромогенного нальоту досягнуто у 88,88% (n=16) пацієнтів, а зниження його інтенсивності – у 100% (n=18) випадків. Середній показник інтенсивності нальоту знизився з $2,4 \pm 0,1$ до $0,7 \pm 0,2$ бала ($p < 0,05$). Під час контрольного огляду через 4 місяці рецидиви спостерігалися у 11,11% (n=2) випадків, переважно за умови недотримання профілактичних рекомендацій.

Висновки. За результатами клінічного обстеження та аналізу фотопrotocolу після проведеного лікування відзначено повне або суттєве зменшення проявів пігментної дистрофії, а одночасне лікування всіх членів родини сприяло зниженню ризику повторної контамінації.

Ключові слова: хромогенний наліт, пігментсекретуючі бактерії, пробіотики, пігментсекретуюча мікрофлора, індивідуальна гігієна порожнини рота.

Kuzenko Yevhen Viktorovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Dentistry, Medical Institute of Sumy State University; ORCID ID: 0000-0003-3985-8912, Sumy, Ukraine

Podduieva Viktoriia Petrivna, Higher Education Applicant at the Faculty of Dentistry, Medical Institute of Sumy State University; ORCID ID: 0009-0004-0310-0637, Sumy, Ukraine

Menshov Tatiana Andriivna, Higher Education Applicant at the Faculty of Dentistry, Medical Institute of Sumy State University; ORCID ID: 0009-0002-0809-485X, Sumy, Ukraine

CHROMOGENIC PIGMENTARY TOOTH DYSTROPHY OF FAMILIAL TYPE (SHORT COMMUNICATION)

Introduction. Chromogenic dental deposits caused by pigment-secreting bacteria are a common condition in dental practice and often demonstrate a familial pattern of distribution. The formation of such plaque is associated with the characteristics of the oral microbiocenosis and the ability of certain microorganisms to produce chromogenic compounds.

© Кузенко Є. В., Поддусьва В. П., Меншов Т. А., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Objective of the research. To develop a protocol for the comprehensive treatment of chromogenic plaque, taking into account familial dissemination.

Materials and methods. Six families (18 individuals) living together and presenting with chromogenic plaque were examined. A comprehensive approach was applied, including professional oral hygiene, antiseptic treatment, probiotic therapy, and recommendations for individual hygiene and decontamination of oral care items.

Results and discussion. Following treatment, complete elimination of chromogenic plaque was achieved in 88,88% (n=16) of patients, while reduction in plaque intensity was observed in 100% (n=18) of cases. The mean plaque intensity score decreased from 2.4 ± 0.1 to 0.7 ± 0.2 ($p < 0.05$). At the 4-month follow-up, recurrences were noted in 11,11% (n=2) of cases, predominantly in patients who did not adhere to preventive recommendations.

Conclusions. Clinical examination and photographic documentation analysis after treatment demonstrated complete or significant reduction of pigmentary dystrophy manifestations. Simultaneous treatment of all family members contributed to lowering the risk of recontamination.

Key words: chromogenic plaque, pigment-secreting bacteria, probiotics, pigment-secreting microbiota, individual oral hygiene.

Вступ. У стоматологічній практиці зустрічаються випадки специфічної зміни кольору зубів, які визначаються як пігментна екзогенна дистрофія та проявляються у вигляді ліній і переривчастих ділянок чорного забарвлення [1], при цьому типовою локалізацією є пришийкова третина зуба без ознак кавітації [2]. Пацієнти вказують на неефективність домашнього догляду у боротьбі з таким нальотом, що пояснюється його міцною адгезією до поверхні зуба [3], тоді як подібні зміни найчастіше спостерігаються у дітей в період тимчасового та змінного прикусу [4], хоча окремі випадки реєструються і в постійному прикусі.

Мікробіоценоз порожнини рота характеризується значним різноманіттям мікроорганізмів, однак за даними ультраструктурного дослідження хромогенного нальоту (ХН), проведеного Nordbo H., Eriksen H. M. та іншими авторами, встановлено, що мікроорганізми локалізуються безпосередньо в матриксі нальоту, причому переважна більшість з них представлена грампозитивними паличками [5]. Одним із представників є актиноміцети, що є факультативними анаеробами. Їх налічують близько тридцяти трьох видів, причому *Actinomyces* spp. здатні генерувати сірководень, що зумовлює появу зеленого або жовто-зеленого нальоту, тоді як *Actinomyces naeslundii* беруть участь в утворенні сульфиду заліза, що формує коричневий або чорний наліт [3]. Подібне забарвлення зумовлюють *Porphyromonas gingivalis*, які часто супроводжують захворювання пародонта [6].

Окрім вказаних вище бактерій, дослідниками встановлено наявність грамнегативних анаеробних паличок роду *Prevotella*, які синтезують пігмент, що може варіюватися від темно-коричневого до чорного, при цьому такі види, як *Prevotella intermedia* та *Prevotella nigrescens*, використовують гемоглобін (при кровоточивості ясен або трансудат пародонтальних кишень) як основне джерело заліза для свого росту. Зокрема, *Prevotella nigrescens* зв'язується з гемоглобіном за допомогою поверхневих білків, тоді як *Prevotella intermedia* ферментативно його розщеплює з вивільненням гемового компонента. У подальшому ці бактерії утворюють пігментовані комплекси заліза (ІІІ) протопорфірин IX [Fe(ІІІ)PPIX.OH], які в умовах кислого середовища переходять у нерозчинну форму та відкладаються на поверхні зубів, зумовлюючи щільну фіксацію нальоту і ускладнюючи його видалення [3].

У повсякденній клінічній практиці встановлено, що такі види ХН є стійкими до традиційних методів лікування та мають схильність до повторної появи вже через кілька тижнів або місяців, у зв'язку з чим особ-

ливого значення набуває вивчення джерел дисемінації, клінічних проявів і сучасних підходів до лікування хромогенного забарвлення зубів. З огляду на бактеріальну природу пігментної екзогенної дистрофії, доцільним є проведення терапії, спрямованої на усунення пігментсекретуючої мікрофлори (ПСМ).

Мета дослідження. Розробити протокол комплексного лікування хромогенного нальоту з урахуванням сімейної дисемінації.

Матеріали та методи. У дослідженні було включено 6 родин, кожна з яких складалася з трьох осіб: батька, матері та однієї дитини. Загальна кількість обстежених становила 18 осіб. Усі члени родин постійно проживали спільно в одному домогосподарстві та перебували у тісному побутовому контакті. Вік дорослих учасників становив від 27 до 56 років, дітей – від 6 до 15 років. Середній вік дорослих осіб складав $38 \pm 4,5$ років, дітей – $8 \pm 2,4$ років. До дослідження включали родини, у яких щонайменше у двох членів сім'ї клінічно визначався ХН або наявні були анамнестичні дані щодо його періодичного виникнення.

Під час збору анамнезу особливу увагу приділяли умовам проживання та побутовим чинникам, які потенційно могли бути пов'язані з формуванням ХН. Аналізували характер спільного проживання, користування спільним посудом, особливості гігієнічних навичок, умови зберігання зубних щіток, використання однакових засобів догляду за порожниною рота, джерело питної води, харчові звички, а також частоту вживання продуктів і напоїв із високим вмістом барвників або мінеральних компонентів.

Оцінку кольору та інтенсивності ХН проводили під час клінічного огляду із застосуванням напівкількісної візуальної шкали. Інтенсивність відкладень визначали за такими критеріями: 0 балів – відсутність нальоту; 1 бал – слабо виражений наліт у вигляді поодиноких пігментованих точок або тонких ліній у пришийковій ділянці; 2 бали – помірно виражений наліт у вигляді суцільних або переривчастих смуг уздовж шийки зуба; 3 бали – інтенсивно виражений наліт із поширенням на значну частину вестибулярної чи оральної поверхні зуба.

Колір ХН оцінювали візуально та класифікували як жовто-зелений, коричневий, темно-коричневий або чорний залежно від переважаючого відтінку пігментації.

Для документування клінічного стану застосовували фотопротокол до початку лікування (рис. 1) та після його завершення. Фотографування проводили за стандартизованих умов освітлення у фронтальній про-

екції при змиканні зубних рядів, правій та лівій бічних проєкціях, а також у внутрішньоротових проєкціях із фокусуванням на ділянках локалізації нальоту. Особливу увагу приділяли пришийковим зонам зубів, де найчастіше виявляли пігментовані відкладення.

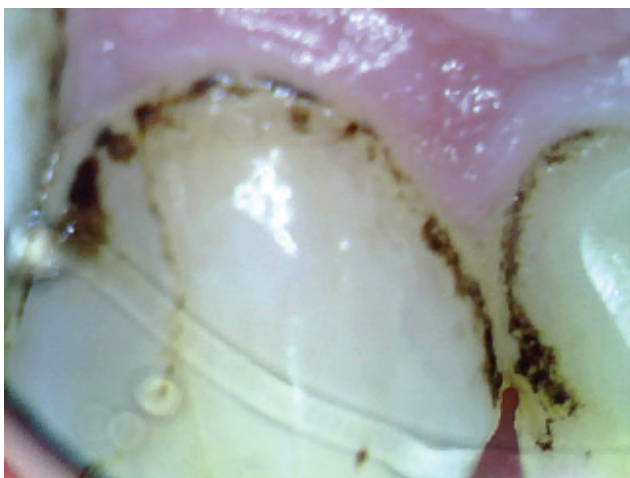


Рис. 1. Хромогенний пришийковий наліт 14, 13 зубів (1 бал зубного нальоту). Пацієнт А. 56 р.

Для фотопротоколу використовували цифрову камеру EOS 250D (Canon Inc., Japan) з роздільною здатністю 24,1 МП та цифрове фотографування у макрорежимі. У всіх випадках дотримувалися однакової відстані до об'єкта зйомки, кута позионування та інтенсивності освітлення, що забезпечувало можливість коректного порівняння результатів у динаміці спостереження.

Застосовано комплексний підхід, що включав професійну гігієну порожнини рота, антисептичну обробку, пробіотичну (ПБ) терапію, а також рекомендації щодо індивідуальної гігієни порожнини рота (ІГПР) та деконтамінації засобів догляду.

Усім пацієнтам та членам їхніх сімей було проведено комплексне лікування, яке включало кілька послідовних етапів.

На першому етапі здійснювали професійну гігієну порожнини рота, яка передбачала видалення мінералізованого ХН за допомогою ультразвукових скейлерів. Очищення немінералізованого ХН здійснювали за допомогою методу Air Flow із використанням порошку Air Flow Perio (EMS Electro Medical System, Nyon, Switzerland) на основі еритритолу, який має низьку дисперсність і середній розмір частинок близько 25 мкм. Далі виконували полірування поверхонь зубів із застосуванням абразивної пасти Zircate (Dentsply Sirona, Germany), що містить силікат цирконію як наповнювач, має дрібнодисперсну структуру та мінімальний рівень абразивності, у поєднанні з гумовими чашечками або щітками.

Другим етапом проводили антибактеріальну обробку із застосуванням Декасану, як тимчасового ополіскувача для ротової порожнини на 10–12 діб. Полоскання порожнини рота 0,02% розчином Декасану проводили тривалістю 20–30 секунд, 2–3 рази на добу після їжі. Також у разі користування іригатором додавали Декасан у розведенні 1:1 з дистильованою водою з метою антисептичної обробки міжзубних проміжків та пришийкових ділянок.

Третім етапом була ПБ терапія, яка передбачала використання Біфіформула капсули по 500 мг (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*), який застосовували місцево шляхом аплікації вмісту капсули по поверхні зубів після чистки на ніч. Експозиція становила 10–15 хвилин без подальшого полоскання.

Додатково всім пацієнтам надавалися рекомендації щодо ІГПР, які включали використання електричних зубних щіток, зубних паст з антимікробними компонентами, а також проведення регулярної деконтамінації зубних щіток та предметів побуту.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили із застосуванням методів варіаційної статистики. Для аналізу показників кількості та інтенсивності ХН до та після проведеного лікування визначали середні значення досліджуваних показників та їх стандартну похибку. Оцінку достовірності відмінностей між досліджуваними показниками проводили за допомогою t-критерію Стьюдента для залежних вибірок. Статистично значущими вважали відмінності при $p < 0,05$.

Результати дослідження. У ході дослідження встановлено, що комплексний підхід до лікування пігментної дистрофії, асоційованої з пігментсекретуючими бактеріями (ПСБ), забезпечив ефективне усунення ХН та стабілізацію мікробіоценозу порожнини рота.

Після завершення комплексного лікування у 88,88% (n=16) пацієнтів спостерігалось повне усунення ХН, тоді як у решти обстежених відзначалось суттєве зменшення площі та інтенсивності пігментації, а загалом зниження інтенсивності ХН було досягнуто у 100% (n=18) випадків. Середній показник інтенсивності нальоту знизився з $2,4 \pm 0,1$ бала до $0,7 \pm 0,2$ бала ($p < 0,05$). Під час контрольного огляду через 4 місяці рецидиви були поодинокими та спостерігались переважно у випадках недотримання рекомендацій щодо ІГПР та деконтамінації засобів догляду.

Проведення професійної гігієни порожнини рота сприяло повному видаленню м'яких і твердих зубних відкладень, які є основним резервуаром для колонізації ПСБ.

Застосування ультразвукових скейлерів дозволило ефективно видалити мінералізований ХН з поверхні зубів, оскільки під дією ультразвукових коливань відбувається руйнування біоплівки, в якій локалізуються ПСБ (*Actinomyces*, *Prevotella*, *Porphyromonas* та ін.). Далі здійснювали видалення немінералізованого ХН за допомогою методу Air Flow, що забезпечувало щадне очищення емалі та міжзубних проміжків. Для зменшення ризику повторної контамінації ПСБ проводилось полірування поверхні зубів із застосуванням абразивної пасти, у поєднанні з гумовими чашечками або щітками, що сприяло зменшенню шорсткості емалі.

Застосування антисептичного засобу Декасану протягом 10–12 діб забезпечило виражений антимікробний ефект, який зумовлений властивостями його діючої речовини – декаметоксину, який, у свою чергу, пошкоджує мембрани мікроорганізмів, включно з ПСБ (*Actinomyces*, *Prevotella*, *Porphyromonas*). Додаткове використання іригатора з антисептичним розчином сприяло більш ефективній санації міжзубних проміжків і пришийкових зон.

Включення ПБ терапії (Біфіформула капсули по 500 мг) до комплексу лікувальних заходів забезпечило нормалізацію мікробіоценозу порожнини з метою інгібування колонізації та росту патогенних мікроорганізмів і, як наслідок, попередження формування ХН. Призначення препарату у вечірній час сприяло підвищенню ефективності колонізації корисною мікрофлорою.

Wahba N. та ін. довели антагоністичний вплив штамів *Streptococcus salivarius* M18 та *Lactobacillus reuteri* щодо мікроорганізмів, які належать до пародонтопатогенних, зокрема *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* і *Actinomyces naeslundii* [7]. Окрему увагу в іншому дослідженні приділено штаму *Limosilactobacillus reuteri*, антимікробний ефект якого пов'язаний із продукцією реутерину. Аналіз сучасних наукових джерел свідчить про його здатність ефективно пригнічувати ріст *Porphyromonas gingivalis* у пацієнтів із захворюваннями пародонта. Разом з тим відзначається варіабельність ефективності цього штаму щодо інших представників оральної мікробіоти [6].

За результатами експериментальних досліджень *in vitro* Kumar P. S., Griffen A. L. було встановлено, що електричні зубні щітки з ультразвуковим режимом, здатні ефективно дестабілізувати структуру біоплівки з поверхні зуба. Максимальний ефект спостерігався при комбінованому звуковому та ультразвуковому режимах, що забезпечували найбільш повне видалення біоплівки [8]. Тому в процесі лікування було рекомендовано використання електричних щіток з ультразвуковим режимом.

Разом із тим зубні щітки можуть виступати фактором персистенції ПСБ. Встановлено, що відбувається адгезія до щетинок з формуванням біоплівки і в умовах підвищеної вологості зберігаються довше доби. Для зниження концентрації мікробної мікрофлори рекомендовано використання антисептичних розчинів, зокрема глюконату хлоргексидину, який статистично має вищу ефективність порівняно з іншими засобами [9].

Альтернативним доступним методом деконтамінації є застосування лужних мийних засобів. Господарське мило, яке характеризується значенням рН у межах 9–11, створює несприятливі умови для існування більшості бактерій шляхом порушення цілісності клітинних мембран, денатурації білків і пригнічення ферментативної активності. З огляду на це є доцільною обробка зубної щітки після використання шляхом промивання проточною водою з подальшим нанесенням господарського мила та повторне ополіскування перед наступним застосуванням.

Не менш важливу роль відіграють зубні пастки. Основними антимікробними компонентами зубних

паст є фториди (натрію фторид, монофторфосфат натрію), триклозан, а також рослинні екстракти (місвак, нім та ін.). Фториди не лише сприяють ремінералізації емалі, але й пригнічують ферментативну активність бактерій, зокрема інгібують ендолазу, що порушує метаболізм мікроорганізмів. Триклозан має виражену антимікробну дію за рахунок впливу на клітинні мембрани та ферментні системи бактерій [11]. Окрему увагу привертають фітокомпоненти зубних паст, які містять біологічно активні речовини (флавоноїди, поліфеноли, алкалоїди), що мають антимікробні та протизапальні властивості [12].

Особливе значення має джерело дисемінації ПСБ. Посуд, що контактує зі слиною, може бути резервуаром оральної мікрофлори, включаючи ПСБ. При цьому миття за низьких температур не забезпечує їх повної елімінації.

Дослідження Marsh P. D. показали, що збільшення температури впливає на вірулентні властивості *Porphyromonas gingivalis*: при 39 °C активність протеаз знижувалася на ~65 %, а при 41 °C – на 73–82 %, що свідчить про суттєве пригнічення ферментативної активності [10]. Подальше підвищення температури понад 50–60 °C зумовлює розвиток бактерицидного ефекту, який реалізується через денатурацію білків, порушення цілісності клітинних мембран та інактивацію ферментних систем. Це призводить до зниження життєздатності бактерій та їх здатності до колонізації поверхонь. Використання посудомийних машин, що функціонують у температурному діапазоні 60–70 °C, створює умови, які є несприятливими для виживання ПСБ і як наслідок унеможлиблює дисемінацію бактерій.

Висновки. За результатами клінічного обстеження та аналізу фотопроколу комплексний підхід до лікування ХН у 18 обстежених осіб із 6 родин забезпечив повне зникнення нальоту у 88,88% випадків та суттєве зменшення його інтенсивності у 100% пацієнтів. Середній показник інтенсивності нальоту знизився з $2,4 \pm 0,1$ бала до $0,7 \pm 0,2$ бала. У період контрольного спостереження рецидиви відзначено у 11,11% випадків, переважно за умови недотримання профілактичних рекомендацій. Одночасне лікування всіх членів родини сприяло зниженню ризику повторної контамінації.

Перспективи подальших досліджень. Зібрати банк зразків ПСБ. Розроблення специфічного препарату для ПБ терапії та нормалізації мікробіоценозу порожнини рота хворих. Розробити сімейний підхід до лікування, що дозволить ефективно запобігти рецидивам у випадках поширення патології серед членів родини.

REFERENCES

1. Li Y, Zhang Q, Zou J. Black stain and dental caries: a review of the literature. *Int J Dent*. 2015;2015:469392. DOI:10.1155/2015/469392.
2. Reid JS, Beeley JA, MacDonald DG. Investigations into black extrinsic tooth stain. *J Dent*. 1977;5(2):89-97. PMID:11985199.
3. Yu J, Li X, Wang Y, et al. Probiotics and oral microbiota modulation: current perspectives. *Front Microbiol*. 2024;15:11725193. DOI:10.3389/fmicb.2024.11725193.
4. Slots J. Periodontal pathogens and host response. *J Periodontol*. 2017;88(2):123-135. PMID:27495902.
5. Nordbø H, Eriksen HM, Rølla G. Extrinsic dental stain: a review. *J Oral Rehabil*. 1973;1(2):107-114. DOI:10.1111/j.1600-0722.1973.tb00360.x.

-
6. Alammari S, Alshahrani F, Alqahtani A, et al. Chromogenic black dental staining in children: etiology and management. *Int J Dent.* 2024;2024:38434653. PMID:38434653.
 7. Wahba N, Elgezawy E, Abdelrahman M, et al. Antibacterial effect of probiotics on oral pathogens. *BMC Oral Health.* 2020;20:34698. PMID:32034698.
 8. Kumar PS, Griffen AL, Barton JA, et al. New bacterial species associated with oral health and disease. *J Dent Res.* 2010;89(7):20608294. PMID:20608294.
 9. Zupančič J, Novak Babič M, Zalar P, et al. The dishwasher as a reservoir of opportunistic pathogens. *Fungal Biol.* 2012;116(1):3270454. DOI:10.1016/j.funbio.2011.10.007.
 10. Marsh PD. Dental plaque as a biofilm and a microbial community. *Caries Res.* 2004;38(3):204-211. DOI:10.1159/000077756.
 11. Smith A, Johnson L, Brown K, et al. Advances in oral probiotic therapy and biofilm control. *Microorganisms.* 2025;13:12865042. DOI:10.3390/microorganisms13010042.
 12. Rosier BT, Marsh PD, Mira A. Resilience of the oral microbiota in health: mechanisms and implications. *Microbiome.* 2022;10:56. DOI:10.1186/s40168-022-01234-5.

Дата першого надходження статті до видання: 09.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Мочалов Юрій Олександрович,
доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-5654-1725
м. Ужгород, Україна

Куліш Андрій Сергійович,
аспірант кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0006-0045-1145
м. Ужгород, Україна

Корнієнко Лариса Василівна,
кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри терапевтичної та дитячої стоматології,
Національний університет охорони здоров'я імені П.Л. Шупика
ORCID ID: 0000-0003-3469-4998
м. Київ, Україна

Шупяцький Ілля Михайлович,
кандидат медичних наук, професор, завідувач кафедри хірургічної,
ортопедичної стоматології та ортодонції,
ПЗВО «Київський міжнародний університет»
ORCID ID: 0009-0009-9562-760X
м. Київ, Україна

ПОРІВНЯННЯ ТІКСОТРОПНОСТІ РІЗНИХ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ НЕЗНІМНОЇ ОРТОДОНТИЧНОЇ АПАРАТУРИ ПРИ НАКЛАДАННІ БРЕКЕТ-ЗАМКІВ В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Вступ. Застосування незнімної ортодонтичної апаратури для лікування різних аномалій прикусу є поширеним методом лікування. Застосування спеціальних композитних матеріалів для фіксації брекет-систем до поверхні зуба вторинно є регулярним явищем у практичній стоматології. Явище неконтрольованого розтікання ортодонтичних композитів під час фіксації брекет-замків слід розглядати як ключовий реологічний фактор, що визначає якість адгезії та точність позиціонування ортодонтичної апаратури.

Мета дослідження – порівняти в експериментальних умовах тіксотропні властивості ряду сучасних ортодонтичних фотокомпозитних матеріалів для фіксації за рівнем «drift effect» брекет-замків.

Методологія та методи дослідження. Металеві брекети (атачмени) тимчасово фіксували до пластинки з органічного скла з використанням неполімеризованих матеріалів «JenOrtho», «GC Ortho Connect», «Orthocem», «Biofix», «Enlight» та «BracePaste»; по шість зразків для кожного з матеріалів. Пластинки з брекетами у вертикальному положенні витримували протягом 30 хв у термостаті при температурі 37,0 °С, після чого тіксотропні властивості матеріалів оцінювали за рівнем вторинного зміщення брекетів («drift effect»). **Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз обсягів вторинного зміщення брекет-замків («drift effect») показав, що переважна кількість матеріалів не допускала таких змін, і тільки у двох представників з обраного переліку композитів виявлялося таке зміщення. Матеріал «GC Ortho Connect» давав статистично значущо більший рівень вторинного зміщення брекет-замків, порівняно з усіма іншими композитними матеріалами ($p < 0,001$). Матеріал «Orthocem» теж продемонстрував статистично вірогідну різницю від груп матеріалів, які не мали зміщення ($p < 0,05$). Для брекетів, фіксованих на матеріал «Biofix», де спостерігали мінімальне зміщення, статистично значущих відмінностей не було виявлено.

Висновки. Найвищий рівень зміщення спостерігався для «GC Ortho Connect», тоді як «JenOrtho», «Enlight» та «BracePaste» продемонстрували повну позиційну стабільність. Тип матеріалу пояснює більшу частину варіабельності показників, що підкреслює його ключову роль у забезпеченні точності фіксації брекетів.

Ключові слова: стоматологія, ортодонтичне лікування, брекет-система, фотокомпозитні матеріали, «drift effect».

© Мочалов О. Ю., Куліш А. С., Корнієнко Л. В.,
Шупяцький І. М., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Mochalov Iurii Oleksandrovykh, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Surgical Dentistry and Clinical Disciplines, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0002-5654-1725, Uzhhorod, Ukraine

Kulish Andrii Serhiyovych, Postgraduate Student at the Department of Surgical Dentistry and Clinical Disciplines, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0009-0006-0045-1145, Uzhhorod, Ukraine

Kornienko Larysa Vasylivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Therapeutical and Pediatric Dentistry, Shupyk National Healthcare University of Ukraine; ORCID ID: 0000-0003-3469-4998, Kyiv, Ukraine

Shupiatskyi Illia Mykhailovych, Candidate of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Surgical, Orthopedic Dentistry and Orthodontics, Kyiv International University; ORCID ID: 0009-0009-9562-760X, Kyiv, Ukraine

COMPARISON OF THE THIXOTROPIC PROPERTIES OF DIFFERENT COMPOSITE MATERIALS FOR BONDING FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES DURING EXPERIMENTAL BRACKET PLACEMENT

Introduction. The use of fixed orthodontic appliances for the treatment of various malocclusions is a widely applied therapeutic approach in modern dental practice. The application of specialized composite materials for bonding bracket systems to the tooth surface is consequently a routine procedure in clinical dentistry. The phenomenon of uncontrolled flow of orthodontic composites during bracket placement should be considered a key rheological factor that determines the quality of adhesion and the accuracy of orthodontic appliance positioning.

The aim of the study was to compare, under experimental conditions, the thixotropic properties of several contemporary orthodontic light-cured composite materials based on the level of bracket “drift effect.”

Methodology and methods of the study. Metal brackets (attachments) were temporarily bonded to an organic glass plate using non-polymerized materials: «JenOrtho», «GC Ortho Connect», «Orthocem», «Biofix», «Enlight», and BracePaste, with six samples per each material. The plates with bonded brackets were positioned vertically and maintained at 37.0 °C for 30 minutes in a thermostat. The thixotropic properties of the materials were assessed based on the degree of secondary bracket displacement (“drift effect”).

Summary of the primary study material. The analysis of secondary bracket displacement (“drift effect”) showed that most materials did not exhibit measurable displacement, while only two did. «GC Ortho Connect» demonstrated a statistically significantly higher level of secondary displacement compared to all other composite materials ($p < 0.001$). «Orthocem» also showed a statistically significant difference compared to the groups without displacement ($p < 0.05$). For brackets bonded with Biofix, where only minimal displacement was observed, no statistically significant differences were identified.

Conclusions. The highest level of displacement was observed for «GC Ortho Connect», whereas «JenOrtho», «Enlight», and «BracePaste» demonstrated complete positional stability. The type of material accounts for the majority of variability in the observed outcomes, highlighting its key role in ensuring the accuracy of bracket fixation.

Key words: dentistry, orthodontic treatment, bracket system, composite materials, drift effect.

Вступ. В сучасній стоматологічній практиці застосування незнімної ортодонтичної апаратури для лікування різних аномалій прикусу та положення окремих зубів (як і вторинних зубощелепних деформацій) є поширеним та відносно доступним для пересічного пацієнта методом лікування [1,2]. Найпоширенішим варіантом незнімної ортодонтичної апаратури є брекет-системи різного виду конструкцій, які мають бути жорстко зафіксовані на поверхні зуба, та активовані шляхом накладання різних дуг, що дозволяє виконувати переміщення окремих зубів та їх груп, відповідно до плану лікування [3, 4]. Тому застосування спеціальних «ортодонтичних» композитних матеріалів для фіксації замків брекет-систем до поверхні зуба вторинно теж є поширеним та регулярним явищем у практичній стоматології [5-7]. Загалом, до таких композитних матеріалів у міжнародних стандартах висуваються аналогічні загальні вимоги (подібно до пломбувальних та реставраційних фотокомпозитних матеріалів), хоча умови їх застосування дещо відрізняються [8, 9].

Реологічні властивості «ортодонтичних» фотокомпозитних матеріалів. Явище неконтрольованого розтікання ортодонтичних композитів під час фіксації брекет-замків слід розглядати як ключовий реологічний фактор, що визначає якість адгезії та точність позиціонування ортодонтичної апаратури [10, 11]. Окремі джерела інформації свідчать, що тіксотропна поведінка неполімеризованих таких композитів,

зокрема їх здатність до різкого зниження в'язкості під дією зсувних напружень, зумовлює інтенсивний перерозподіл матеріалу саме в момент притискання брекета до поверхні емалі зуба. Загалом, це узгоджується з сучасними уявленнями про ньютонівську псевдопластичну поведінку текучих стоматологічних композитів, де різке порушення внутрішньої структури органічної матриці та фрагментів наповнювача призводить до тимчасової втрати структурної цілісності матеріалу [11, 12]. Макроскопічно це проявляється у вигляді периферичного витікання композиту за межі бази брекета з формуванням надлишків матеріалу та з одночасним витонченням шару композиту в центральній зоні брекет-замка. Подібний градієнт товщини адгезиву має принципове значення, оскільки саме центральна зона визначає ефективність передачі механічних сил від дуги до брекета та до емалі [8, 13]. Надмірне зменшення товщини шару фотокомпозитного матеріалу може призводити до підвищення концентрації напружень та формування слабких ділянок, схильних до швидкого руйнування, що підтверджується даними досліджень з мікромеханіки адгезивних з'єднань у стоматології.

Крім того, формування нерівномірного шару композита внаслідок неконтрольованого розтікання може обумовлювати нерівномірний розподіл ортодонтичних сил, що може негативно впливати на точність реалізації «запрограмованого» просторового поло-

ження брекет-замка. Відомо, що навіть незначні відхилення у товщині адгезиву можуть змінювати кутові параметри позиціонування, що особливо критично для сучасних систем із попередньо запрограмованими параметрами торку та ангуляції зубів. Окремої уваги дослідників заслуговує вплив розтікання неполімеризованого фотокомпозита на первинну стабільність брекета. У момент прикладення тиску на брекети фотокомпозит функціонує як низьков'язкий прошарок, що знижує коефіцієнт тертя між базою брекета та емаллю, створюючи умови для мікродислокації до моменту полімеризації. Цей феномен у літературі також має назву «drift-effect», і потенційно він має суттєве клінічне значення, оскільки навіть мінімальні зміщення брекета можуть впливати на кінцевий результат ортодонтичного лікування [14–16].

Разом з тим, слід зазначити, що певний ступінь текучості композиту є необхідним для його адекватної адаптації до мікрорельєфу протравленої ортофосфорною кислотою емалі та до мікроструктури (решітки) бази брекета. Таким чином, проблема неконтрольованого розтікання полягає не у самій наявності тіксотропії, а у її надмірній вираженості та відсутності клінічного контролю. Це загалом узгоджується з концепцією «оптимальної реології» композитних стоматологічних матеріалів, де баланс між текучістю та стабільністю є критичним для досягнення максимальної адгезивної ефективності. З позиції стоматологічного матеріалознавства, важливим напрямом є модифікація складу «ортодонтичних» фотокомпозитів шляхом введення до складу стабілізаторів реології та оптимізації співвідношення матриці та неорганічного наповнювача. Використання високов'язких або тіксотропно-стабілізованих систем дозволяє зменшити неконтрольоване розтікання без втрати здатності до адаптації, що підтверджується експериментальними дослідженнями сучасних ортодонтичних адгезивів [3, 4, 14–18].

Вторинне зміщення брекет-замків («drift effect»). Вторинне зміщення брекета до моменту остаточної полімеризації адгезивного шару (так званий «drift effect») доцільно розглядати як наслідок залежних від часу змін реологічних властивостей ортодонтичних фотокомпозитів у неполімеризованому стані [2, 12, 14, 19]. На відміну від початкового етапу позиціонування брекет-замка, де переважає миттєве зниження в'язкості матеріалу під дією зсувних напружень та стискання об'єму матеріалу, після зникнення навантаження спостерігається повільне відновлення внутрішньої структури матеріалу (структурна релаксація), що підтримує стан зниженої в'язкості протягом значного періоду часу. Саме в цей період брекет-замок може залишатися недостатньо стабілізованим і може малопомітно дрейфувати під впливом мінімальних зовнішніх або внутрішніх сил [12].

З позицій реологічних властивостей неньютонівської рідини (яку собою нагадує текучий фотокомпозит), це явище поєднує тіксотропію та в'язкоеластичність: після припинення навантаження матеріал не повертається миттєво до початкового структурованого стану, а демонструє часову затримку відновлення модуля зсуву. Подібна поведінка була

описана для ортодонтичних фіксаційних стоматологічних композитів із високим вмістом органічної матриці. У таких матеріалів внутрішні зв'язки між макромолекулами потребують часу для реорганізації. На клінічному рівні це означає, що навіть після корекції положення брекета та припинення тиску матеріал ще певний час функціонує як шар з низькою в'язкістю, що не забезпечує достатнього опору зсуву брекет-замка [12, 14]. Клінічно «drift effect» проявляється як повільне ковзання або ротаційне зміщення брекета-замка по поверхні емалі до моменту світлової полімеризації. Вказане зміщення може бути викликане наступними мінімальними механічними факторами:

- контакт інструментів або пальців оператора;
- напруження в шарі композита, які виникають під час його розтікання;
- гравітаційні сили (особливо у фронтальній ділянці зубного ряду);
- еластичні деформації ортодонтичної дуги при непрямій фіксації [2, 14, 19].

Важливо пам'ятати, що навіть субміліметрові зміщення брекет-замків можуть мати клінічно значущі наслідки. З огляду на сучасні концепції «pre-adjusted appliances», де положення брекета визначає вираження торку та ангуляції окремого зуба, навіть незначна дислокація замка здатна змінювати біомеханіку лікування та потребувати подальших компенсаційних вигинів дуги або ребондингу брекет-замка. Таким чином, «drift effect» брекет-замка можна розцінювати як приховане джерело систематичних похибок позиціонування.

З позицій біомеханіки, ключовим механізмом розвитку «drift effect» є низький коефіцієнт тертя в системі «брекет–композит–емаль», особливо у фазі до початку гелеутворення. У цей період рідкий фотокомпозит не має достатньої когезивної міцності, а контакт між базою брекета та емаллю відбувається через тонкий шар матеріалу зі знизеним модулем пружності. Це створює умови для мікрозсувів навіть при мінімальних тангенціальних навантаженнях. Аналогічні явища були описані при дослідженнях адгезивних систем, де початкові стадії полімеризації асоціюються з підвищеною чутливістю до механічних збурень. Додатковим фактором розвитку зміщення є нерівномірна товщина шару композиту, що формується внаслідок попереднього розтікання. Зони з більшою товщиною зберігають текучість довше, тоді як тонкі ділянки швидше переходять у більш жорсткий стан. Така неоднорідність створює внутрішні градієнти напружень в неполімеризованому фотокомпозиті, які можуть сприяти самовільному переміщенню брекета у напрямку зменшення енергії системи. Описане явище згоджується з концепціями в'язкоеластичної релаксації та перерозподілу напружень у полімерних матеріалах [20, 21].

З практичного погляду, «drift effect» особливо критичний при:

- роботі з низьков'язкими композитами;
- тривалому позиціонуванню брекет-замків без негайної полімеризації;
- фіксації у важкодоступних ділянках, де контроль стабільності є обмеженим;

• використанні непрямих технік бондингу, де можливі додаткові механічні впливи.

Водночас результати попередніх досліджень вказують, що швидка початкова полімеризація («task-curing») здатна суттєво зменшити ризик вторинного зміщення шляхом раннього формування жорсткої полімерної сітки, яка фіксує положення брекета. Крім того, матеріали з підвищеною структурною стабільністю (зокрема, з оптимізованим співвідношенням матриці та наповнювача) демонструють меншу схильність до «drift effect» завдяки вищому початковому модулю зсуву [20–23].

Таким чином, вторинне зміщення брекета є складним мультифакторним явищем, що виникає на перетині реології фіксаційного матеріалу та клінічної техніки. Клінічне значення «drift effect» полягає у формуванні прихованих похибок позиціонування, які можуть впливати на ефективність ортодонтичного лікування, і дані щодо потенційно можливого рівня «drift effect» у сучасних ортодонтичних фотокомпозитів для фіксації брекет-систем є неповними.

Мета дослідження – порівняти в експериментальних умовах тіксотропні властивості ряду сучасних ортодонтичних фотокомпозитних матеріалів для фіксації за рівнем «drift effect» брекет-замків.

Матеріали та методи. Для дослідження було обрано наступний перелік фотокомпозитних матеріалів, призначених для фіксації брекет-замків до поверхні зуба:

- 1) вітчизняний фотокомпозитний матеріал для фіксації ортодонтичної апаратури «JenOrtho» (ТОВ «Джендентал-Україна»)
- 2) фотокомпозитний ортодонтичний адгезив «GC Ortho Connect» («GC Corporation», Японія)
- 3) самоадгезивний фотополімерний матеріал «Orthocem» («FGM», Бразилія)
- 4) самоадгезивний фотополімерний цемент для фіксації брекетів «Biofix» («Biodinamica Química e Farmacêutica», Бразилія)
- 5) композит подвійного тверднення для фіксації брекетів «Enlight» («Ormco», США)
- 6) адгезив для брекетів «BracePaste» («American Orthodontics», США).

Модель для дослідження була сконструйована наступним чином – окремі металеві брекет-замки (атачмени) «Mini Diamond» («Ormco», США) для премолярів, які конструкційно були подібними у високій мірі, після нанесення на них досліджуваного фотокомпозитного матеріалу прикладали до поверхні прозорої пластинки з органічного скла на одному рівні, який фіксували за допомогою маркера. Для кожного матеріалу було використано по шість брекет-замків. Після накладання пластинку переводили в позицію 90° (строго вертикально) та фіксували в такому положенні в термостаті при температурі 37,0°C на 30 хв (рис. 1). Для уникнення ймовірної полімеризації фіксаційного матеріалу всі етапи експерименту виконували у мовах фільтрованого помаранчевого освітлення (з блокуванням спектра блакитного кольору). Після завершення експозиції пластинки з прифіксованими на композит брекетами діставали з термо-

стата та візуально оцінювали зміщення брекет-замка за допомогою калібрувальної лінійки «Microscope Micrometer Calibrating Ruler». Отримані дані переносили в електронні таблиці MicroSoft Excel, де проводили їх статистичну обробку. Для простого аналізу були застосовані методи описової статистики. З огляду на невелике число дослідних зразків в кожній підгрупі дослідження, для порівняльної статистики було використано непараметричний критерій Краскела–Уолліса, для постхок-аналізу застосували тест Данна з поправкою Бонферроні. За рівень вірогідності різниці між підгрупами було прийнято значення показника $p = 0,05$.

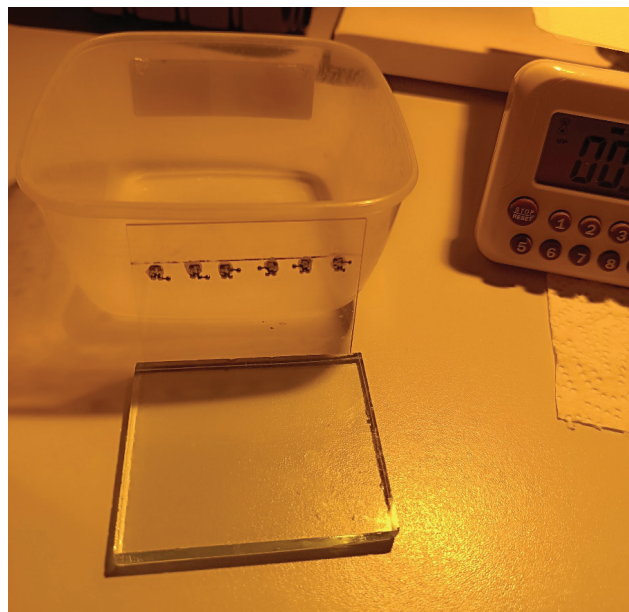


Рис. 1. Брекет-замки з ортодонтичним композитом, фіксовані до пластини з органічного скла до експозиції в термостаті

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз обсягів вторинного зміщення брекет-замків («drift effect») показав, що переважна кількість матеріалів не допускала таких змін, і тільки у двох представників з обраного переліку композитів виявлялося таке зміщення (табл. 1). Проведений міжгруповий аналіз результатів вимірювань за критерієм Краскела-Уолліса виявив статистично значущі відмінності між матеріалами ($H = 24,8; p < 0,001$).

Таблиця 1

Результати вимірювання вторинного зміщення брекет-замків на різних матеріалах, мм

| Матеріал | Mean ± SD | Median (IQR) | Min–Max |
|------------------|-------------|------------------|-----------|
| JenOrtho | 0,00 ± 0,00 | 0,00 | – |
| GC Ortho Connect | 4,00 ± 0,94 | 4,00 (3,00–4,50) | 3,00–5,50 |
| Orthocem | 0,83 ± 0,49 | 1,00 (0,50–1,00) | 0,00–1,50 |
| Biofix | 0,05 ± 0,08 | 0,00 (0,00–0,10) | 0,00–0,20 |
| Enlight | 0,00 ± 0,00 | 0,00 | – |
| BracePaste | 0,00 ± 0,00 | 0,00 | – |

Подальший постхок-аналіз (тест Данна з поправкою Бонферроні) показав, що матеріал «GC Ortho Connect» давав статистично значущо більший рівень вторинного зміщення брекет-замків, порівняно з усіма іншими композиційними матеріалами ($p < 0,001$). Матеріал «Orthocem» теж продемонстрував статистично вірогідну різницю від груп матеріалів, які не мали зміщення ($p < 0,05$). Для брекетів, фіксованих на матеріал «Biofix», де спостерігали мінімальне зміщення, статистично значущих відмінностей не було виявлено (табл. 2).

Таблиця 2
Результати порівняльного аналізу величини «drift effect» брекет-замків у різних фотокомпозитів для фіксації (Post-hoc аналіз, Dunn test, Bonferroni correction)

| Пари для порівняння | p | Висновок |
|-------------------------------|---------|-----------|
| GC Ortho Connect / JenOrtho | < 0,001 | значущо |
| GC Ortho Connect / Enlight | < 0,001 | значущо |
| GC Ortho Connect / BracePaste | < 0,001 | значущо |
| GC Ortho Connect / Biofix | < 0,001 | значущо |
| GC Ortho Connect / Orthocem | < 0,01 | значущо |
| Orthocem / JenOrtho | < 0,05 | значущо |
| Orthocem / Enlight | < 0,05 | значущо |
| Orthocem / BracePaste | < 0,05 | значущо |
| Biofix / інші | > 0,05 | незначущо |

Розрахований ефект ($\eta^2 \approx 0,68$) відповідає великому розміру ефекту, що свідчить про те, що приблизно 68% варіабельності дрейфу брекет-замків можна пояснити типом фіксаційного матеріалу. Отримані результати вказують на те, що «drift effect» брекетів можна вважати матеріал-залежним явищем: матеріал «GC Ortho Connect» показав найнижчу позиційну стабільність замків, тоді як «JenOrtho», «Enlight» та «BracePaste» – повну стабільність (рис. 2 та рис. 3). Найвищі показники «drift effect» для «GC Ortho Connect» вказують на низьку первинну стабільність адгезиву та тривалу фазу зниженої в'язкості до полімеризації. Натомість відсутність зміщення у «JenOrtho», «Enlight» та «BracePaste» свідчить про високу структурну стабільність цих матеріалів у докритичній фазі.

Отримані нами результати демонструють чітко виражену матеріал-залежну природу вторинного зміщення брекет-замків в умовах експерименту («drift effect»). І це може вказувати на ключову роль реологічних властивостей «ортодонтитичних» фотокомпозитів для фіксації у забезпеченні первинної позиційної стабільності [14, 19]. Найвищі показники вторинного зміщення, зафіксовані для «GC Ortho Connect», можуть свідчити про тривалу фазу зниженої в'язкості матеріалу після припинення механічного навантаження, що створює умови для мікродислокацій замка на поверхні емалі до моменту полімеризації [11, 14]. Така «поведінка» фіксаційного матеріалу узгоджується з концепцією тіксотропії та в'язкоеластичної релаксації полімерних систем, згідно з якою відновлення внутрішньої структури після зсуву відбувається із деякою затримкою [12, 15].

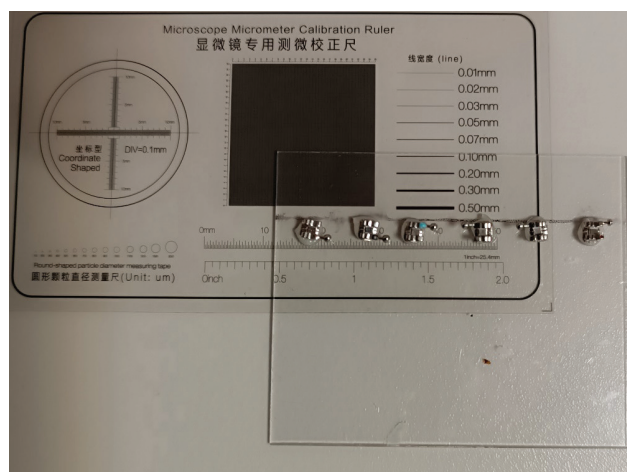


Рис. 2. Брекет-замки з ортодонтитичним фотокомпозитом на пластині з органічного скла після експозиції в термостаті (вторинне зміщення відсутнє)

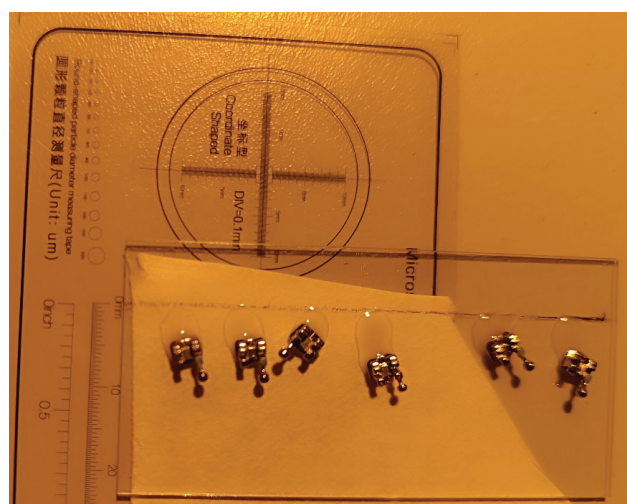


Рис. 3. Виразений «drift effect» брекет-замків з ортодонтитичним фотокомпозитом після експозиції в термостаті

На противагу цьому, повна відсутність вторинного зміщення у матеріалів «JenOrtho», «Enlight» та «BracePaste» може свідчити про їх високу структурну стабільність у докритичній фазі полімеризації. Це може бути пояснено або підвищеною початковою в'язкістю матеріалу, або ж швидким відновленням внутрішньої структури шару композита після зняття навантаження, що забезпечує достатній опір зсуву навіть до досягнення гел-точки у системі. Подібні виявлені властивості є клінічно бажаними, оскільки вони мінімізують ризик неконтрольованого переміщення брекет-замка та підвищують точність його позиціонування [16, 17].

Особливий інтерес становить матеріал «Orthocem», який продемонстрував помірний рівень «drift effect» ($0,83 \pm 0,49$). Це свідчить про його потенційні проміжні реологічні характеристики, при яких матеріал частково зберігає текучість після припинення тиску, але вже має певну здатність до структурного відновлення. Така «поведінка» композиту може розглядатися як компроміс між адаптаційною здатністю до мікро-

рельєфу емалі та стабільністю положення накладеного брекет-замка [5, 24].

Отриманий великий розмір ефекту ($\eta^2 \approx 0,68$) підкреслює, що тип матеріалу є домінантним фактором, який визначає варіабельність зміщення. Це має важливе практичне значення, оскільки дозволяє розглядати вибір фотокомпозита для фіксації як ключовий інструмент контролю точності фіксації брекетів. Водночас не можна ігнорувати вплив окремих оператор-залежних факторів, таких як сила притискання замка, тривалість позиціонування та час до полімеризації, які можуть додатково модифікувати прояв «drift effect» [21, 23].

З позиції клінічної практики, результати цього дослідження обґрунтовують доцільність використання матеріалів з високою структурною стабільністю або ж застосування технік швидкої попередньої полімеризації (tack-curing), що дозволяє зменшити часове вікно потенційного зміщення брекет-замка.

Обмеження дослідження. Серед обмежень, які потенційно могли б вплинути на результати експерименту можна виділити наступні позиції:

- металеві брекети фіксували до поверхні органічного скла, а не до емалі зубів;
- використана особлива форма брекет-замків, яке не має плоскої форми бази і є менш адаптованою до рівної поверхні;
- кількість дослідних зразків була мінімальною необхідною для проведення статистичних тестів.

Висновки. Отримані результати підтверджують, що тіксотропні властивості різних композитних матеріалів для фіксації ортодонтичної апаратури мають суттєві відмінності, що проявилось у вигляді вторинного зміщення брекетів («drift effect»). Таке явище є вираженням матеріалозалежним явищем і визначається реологічними властивостями ортодонтичних композитів. Найвищий рівень вторинного зміщення спостерігався для матеріалу «GC Ortho Connect», тоді як брекет-замки на «JenOrtho», «Enlight» та «BracePaste» продемонстрували повну позиційну стабільність. Тип матеріалу пояснює більшу частину варіабельності показників ($\eta^2 \approx 0,68$), що підкреслює його ключову роль у забезпеченні точності фіксації брекетів. Використання фотокомпозитних матеріалів для фіксації ортодонтичної апаратури з високою структурною стабільністю та застосування ранньої полімеризації є ефективними стратегіями мінімізації «drift effect» у клінічній практиці.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження можуть полягати в кількісній оцінці взаємодії між реологічними параметрами матеріалів, товщиною адгезивного шару композиту та величиною зміщення з використанням багатофакторних статистичних моделей, що дозволить сформулювати стандартизовані клінічні протоколи мінімізації «drift effect» для ортодонтичної практики.

REFERENCES

1. Mandall NA, Millett DT, Mattick CR, Hickman J, Worthington HV, Macfarlane TV. Orthodontic adhesives: a systematic review. *J Orthod.* 2002;29(3):205-10; discussion 195. doi: 10.1093/ortho/29.3.205.
2. Thiara S, Sood S, Mahajan M, Negi S, Negi KS, Chainta D, Negi N. Orthodontic bonding in transition: Materials, techniques, and clinical applications. *IP Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research.* 2026;12(1):6-13. doi: 10.18231/j.ijodr.13185.1763549759
3. Altmann AS, Degrazia FW, Celeste RK, Leitune VC, Samuel SM, Collares FM. Orthodontic bracket bonding without previous adhesive priming: A meta-regression analysis. *Angle Orthod.* 2016;86(3):391-8. doi: 10.2319/041615-255.1.
4. Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. A comparison of the shear bond strength of a resin cement and two orthodontic resin adhesive systems. *Angle Orthod.* 2005;75(1):109-13. doi: 10.1043/0003-3219(2005)075<0109:ACOTSB>2.0.CO;2.
5. Abuljadayel R. Effect of bioactive adhesives on shear bond strength at the enamel-orthodontic bracket interface. *J Pioneering Med Sci.* 2025;14(S01):26-33. doi:10.47310/jpms202514S0105
6. Bhuvaneswaran T, Vimala G, Rao GU, Anbarasu P. Comparative Evaluation of orthodontic bonding systems for ceramic brackets on zirconia crowns: A shear Bond Strength and Adhesive remnant Index study. *The Journal of Indian Orthodontic Society.* 2024;59(1):62-8. doi: 10.1177/03015742241275353
7. Jain D, Chopra SS, Thakur VK, Sewda SK. Comparative evaluation of bonding failure rate with two light cure orthodontic adhesives: a cross-arch split-mouth prospective study. *Dental Press J Orthod.* 2025;30(2):e2524214. doi: 10.1590/2177-6709.30.2.e2524214.oar.
8. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res.* 2011;90(4):402-16. doi: 10.1177/0022034510381263.
9. Ferracane JL. A Historical Perspective on Dental Composite Restorative Materials. *J Funct Biomater.* 2024;15(7):173. doi: 10.3390/jfb15070173.
10. Jeconias N, Fischer P, Tauböck TT. Viscosity-Dependent Shrinkage Behavior of Flowable Resin Composites. *Polymers (Basel).* 2025;17(24):3292. doi: 10.3390/polym17243292.
11. Lee JH, Um CM, Lee IB. Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater.* 2006;22(6):515-26. doi: 10.1016/j.dental.2005.05.008.
12. Papadogiannis D, Iliadi A, Bradley TG, Silikas N, Eliades G, Eliades T. Viscoelastic properties of orthodontic adhesives used for lingual fixed retainer bonding. *Dent Mater.* 2017;33(1):e22-e27. doi:10.1016/j.dental.2016.09.041
13. Scribante A, Vallittu PK, Özcan M. Fiber-reinforced composites for dental applications. *Biomed Res Int.* 2018;2018:4734986. doi:10.1155/2018/4734986.
14. Szczesio-Wlodarczyk A, Garoushi S, Vallittu P, Bociog K, Lassila L. Polymerization shrinkage stress of contemporary dental composites: Comparison of two measurement methods. *Dental Materials Journal.* 2024;43(2):155-63. doi: 10.4012/dmj.2023-192.

-
15. Condò R, Mampieri G, Cioffi A, Pirelli P, Giancotti A, Maiolo L, Maita F, Convertino A, Lucarini I, Notargiacomo A, Rau JV, Fosca M, Marzo G. Relationship between Reflectivity, Chemical Composition and Mechanical Behaviour of Orthodontic Bonding Nanofiller Resin Materials: A Proposal of an Alternative Method of Investigation. *Applied Sciences*. 2022;12(24):12538. doi: 10.3390/app122412538
 16. Namura Y, Takamizawa T, Uchida Y, Inaba M, Noma D, Takemoto T, Miyazaki M, Motoyoshi M. Effects of composition on the hardness of orthodontic adhesives. *J Oral Sci*. 2020;62(1):48-51. doi: 10.2334/josnurd.19-0035.
 17. Chanachai S, Chaichana W, Insee K, Benjakul S, Aupaphong V, Panpisut P. Physical/Mechanical and Antibacterial Properties of Orthodontic Adhesives Containing Calcium Phosphate and Nisin. *J Funct Biomater*. 2021;12(4):73. doi: 10.3390/jfb12040073.
 18. Owens SE Jr, Miller BH. A comparison of shear bond strengths of three visible light-cured orthodontic adhesives. *Angle Orthod*. 2000;70(5):352-6. doi: 10.1043/0003-3219(2000)070<0352:ACOSBS>2.0.CO;2.
 19. Schneider LF. Light and viscosity effects on curing potential of composites. OHI-S. 2023. URL: <https://ohi-s.com/articles-videos/light-and-viscosity-effects-on-the-curing-potential-of-bulk-fil-composites-placed-in-deep-cavities/>
 20. Mirzakouchaki B, Kimyai S, Hydari M, Shahrabaf S, Mirzakouchaki-Boroujeni P. Effect of self-etching primer/adhesive and conventional bonding on the shear bond strength in metallic and ceramic brackets. *Medicina Oral, Patología Oral Y Cirugía Bucal*. 2012;17(1):e164-70. doi: 10.4317/medoral.17024
 21. Sharma S, Tandon P, Nagar A, Singh GP, Singh A, Chugh VK. A comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four different orthodontic adhesives. *J Orthod Sci*. 2014;3(2):29-33. doi: 10.4103/2278-0203.132892.
 22. Staehle HJ, Sekundo C. 75 Years Ago: Discovery of Resin Adhesion to Acid-etched Enamel – A Comparison of the 1949 and 1955 Methods. *J Adhes Dent*. 2024;26:87-92. doi: 10.3290/j.jad.b5057135.
 23. Pseiner BC, Freudenthaler J, Jonke E, Bantleon HP. Shear bond strength of fluoride-releasing orthodontic bonding and composite materials. *Eur J Orthod*. 2010;32(3):268-73. doi: 10.1093/ejo/cjp116.

Дата першого надходження статті до видання: 20.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Одноралов Антон Ігорович,
аспірант кафедри терапевтичної та
дитячої стоматології,
Національний університет охорони здоров'я України
імені П. Л. Шупика
ORCID ID: 0009-0003-9343-5280
м. Київ, Україна

БИОМАРКЕРИ ПОРОЖНИНИ РОТА У ДІАГНОСТИЦІ ЗАПАЛЕННЯ ПАРОДОНТА У ПІДЛІТКІВ ТА ОСІБ МОЛОДОГО ВІКУ: КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОКАЗОВОЇ БАЗИ ТА КОНЦЕПТУАЛЬНА СХЕМА КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНОГО СКРИНІНГУ

Вступ. Запальні захворювання тканин пародонта у підлітків та осіб молодого віку потребують раннього виявлення на доклінічному рівні. Неінвазивний забір біологічного матеріалу (слини, ясеневі рідини та ротового змиву) відкриває більш широкі можливості для використання біохімічних маркерів у скринінгу та моніторингу запалення тканин пародонта, однак доказова база для підліткової популяції залишається обмеженою та неоднорідною.

Мета: провести критичний аналіз сучасних наукових даних щодо біомаркерів запалення тканин пародонта у слині та ясеневій рідині у підлітків та осіб молодого віку, визначити їх діагностичну цінність та обмеження та запропонувати концептуальну схему клініко-лабораторного скринінгу на основі аналізу літератури.

Матеріали і методи. Виконано нарративний огляд літератури з елементами структурованого критичного аналізу. Пошук здійснювали у базах PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science і Google Scholar за хронологічними межами 2000–2024 рр.

Результати. Проаналізовано 39 джерел, охоплено 10 груп біомаркерів. aMMP-8 є найбільш доказово обґрунтованим маркером активного колагенолітичного процесу, що може передувати клінічно визначеній деструкції; визначення у слині та ротовому змиві придатне для point-of-care (експрес-тест у стоматологічному кабінеті) скринінгу. Жоден із розглянутих маркерів не має достатньої специфічності для самостійного діагностичного застосування у підлітків. Прозапальні цитокіни (IL-1 β , IL-6, TNF- α , IL-8) є чутливими, але неспецифічними індикаторами; їх практична цінність зростає у поєднанні з маркерами деструкції та у вигляді співвідношень (IL-1 β /IL-10). Нейтрофільні маркери (calprotectin/S100A8-A9, мієлопероксидаза, еластаза) відображають ранню клітинну фазу запалення, проте потребують стандартизації для підліткової популяції. Антиоксидантні ферменти (каталаза, SOD, GPx, TAC) та RANKL/OPG мають допоміжне значення і підлягають обережній інтерпретації через фізіологічні коливання у підлітковому віці. Ферменти фосфатного обміну також розглядаються як потенційні маркери стану тканин пародонта. Лужна фосфатаза (ALP, alkaline phosphatase) – фермент, що відображає остеобластичну активність та процеси мінералізації; її рівень у ясеневій рідині підвищується при запальних захворюваннях пародонта. Кисла фосфатаза (ACP, acid phosphatase) та її ізоформа – тартратрезистентна кисла фосфатаза (TRAP, tartrate-resistant acid phosphatase) – відображають остеокластичну активність та резорбцію кісткової тканини. Разом з тим, у підлітків інтерпретація цих ферментів є методологічно ускладненою: підвищення активності ALP може бути зумовлене фізіологічним ростом скелета та ортодонтичним переміщенням зубів, а не патологічним процесом у пародонті.

Висновки. Жоден із розглянутих біомаркерів не може використовуватися як самостійний діагностичний критерій запалення пародонта у підлітків. Найбільш перспективним є мультибіомаркерний підхід, що відображає п'ять патогенетичних осей: колагенолітичну деструкцію сполучної тканини (aMMP-8), прозапальну активацію (IL-1 β /IL-6), регуляторний баланс (IL-1 β /IL-10), нейтрофільну відповідь (кальпротектин або MPO) та оксидативний компонент (каталаза або TAC). На основі аналізу літератури запропоновано концептуальну схему тривірневого клініко-лабораторного скринінгу з урахуванням вікових особливостей підлітків і неінвазивності забору біоматеріалу, яка потребує подальшої клінічної валідації.

Ключові слова: підлітки, пародонт, біомаркери, слина, ясенєва рідина, неінвазивна діагностика, MMP-8, IL-1 β , IL-10, кальпротектин, MPO, еластаза, каталаза, RANKL/OPG, лужна фосфатаза, оксидативний стрес.

Odnoralov Anton Ihorovich, Postgraduate Student at the Department of Therapeutic and Pediatric Dentistry, P. L. Shupyk National University of Health of Ukraine; ORCID ID: 0009-0003-9343-5280, Kyiv, Ukraine

ORAL FLUID BIOMARKERS IN THE DIAGNOSIS OF PERIODONTAL INFLAMMATION IN ADOLESCENTS AND YOUNG ADULTS: A CRITICAL REVIEW OF THE EVIDENCE BASE AND A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR CLINICAL-LABORATORY SCREENING

Introduction. Periodontal inflammatory diseases are prevalent in adolescents and young adults: gingivitis is diagnosed in up to 70–80% of adolescents, while early-onset periodontitis affects 4–11%. There is a need for non-invasive early detection strategies based on biological markers. Saliva, gingival crevicular fluid (GCF), and oral rinse offer accessible biological matrices for biomarker-based screening, yet evidence for this age group remains limited and heterogeneous.

© Одноралов А. І., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Aim. To critically analyze current evidence on salivary and GCF biomarkers of periodontal inflammation in adolescents and young adults, evaluate their diagnostic value and limitations, and propose a conceptual framework for clinical-laboratory screening based on literature analysis.

Materials and methods. A narrative review with elements of structured critical analysis was conducted. Literature search was performed in PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science and Google Scholar covering 2000–2024, with priority given to systematic reviews, meta-analyses and clinical studies evaluating biomarkers in saliva, GCF or oral rinse with established association with periodontal clinical parameters. Ten biomarker groups were assessed: tissue destruction markers, pro- and anti-inflammatory cytokines, neutrophil markers, antimicrobial proteins, oxidative stress and antioxidant markers, bone remodeling markers, and phosphatase enzymes. Evidence was rated by pathogenetic rationale, analytical and clinical validity, reproducibility, availability of cut-off values, and applicability in adolescents. **Results.** Thirty-nine sources covering 10 biomarker groups were analyzed. aMMP-8, measurable in saliva and oral rinse by non-invasive point-of-care (chair-side) testing, is the most evidence-based marker of active collagenolytic process that may precede clinically detectable tissue destruction. No single biomarker demonstrated sufficient specificity for stand-alone use in adolescents. Pro-inflammatory cytokines (IL-1 β , IL-6, TNF- α , IL-8) are sensitive but non-specific; their diagnostic value increases in combination with aMMP-8 and as IL-1 β /IL-10 ratio. Neutrophil markers (calprotectin/S100A8-A9, MPO, elastase) reflect early innate immune activation but require age-specific validation. Antioxidant enzymes (catalase, SOD, GPx, TAC) and RANKL/OPG have auxiliary value and are subject to physiological variability in adolescents. Phosphatase enzymes – alkaline phosphatase (ALP) and acid phosphatase/tartrate-resistant acid phosphatase (ACP/TRAP) – show diagnostic potential but are confounded by skeletal growth and orthodontic tooth movement in adolescents.

Conclusions. No single biomarker can serve as an independent diagnostic criterion for periodontal inflammation in adolescents. A multi-biomarker approach addressing five pathogenetic axes – collagenolytic destruction of periodontal connective tissue (aMMP-8), pro-inflammatory activation (IL-1 β /IL-6), regulatory balance (IL-1 β /IL-10), neutrophil response (calprotectin or MPO) and oxidative component (catalase or TAC) – appears most rational. Based on literature analysis, a three-level conceptual screening framework is proposed that accounts for age-specific characteristics of adolescents and prioritizes non-invasive biological sampling. Clinical validation of this framework in prospective studies is required.

Key words: adolescents, periodontium, salivary biomarkers, gingival crevicular fluid, non-invasive diagnosis, MMP-8, IL-1 β , IL-10, calprotectin, MPO, elastase, catalase, RANKL/OPG, alkaline phosphatase, oxidative stress.

Вступ. Запальні захворювання тканин пародонта у підлітків та осіб молодого віку залишаються клінічно поширеною проблемою: за даними епідеміологічних досліджень, гінгівіт діагностують у 70–80% підлітків, а ранні форми пародонтиту – у 4–11% [1–3]. Сучасна класифікація EFP/AAP 2017 року підкреслює необхідність раннього виявлення біологічної активності запального процесу, що передуює клінічно визначеній деструкції та сформованій втраті прикріплення [1–3, 4]. Саме тому інтерес до біомаркерів порожнини рота безпосередньо пов'язаний із персоналізованою профілактикою та ризикоорієнтованим веденням пацієнтів.

Класичні клінічні індекси – кровоточивість при зондуванні (BOP, bleeding on probing), гігієнічні та пародонтальні індекси (РМА, GI, ОНІ-S) залишаються необхідними, однак їх інформативне обмеження полягає в тому, що вони не дають відповіді на питання наскільки патологічний процес є активним, чи існує ризик переходу від зворотнього гінгівіту до деструктивного ураження та яка ланка патогенезу є домінуючою у конкретного пацієнта. У цьому контексті біомаркери розглядаються як інструмент, який може доповнити клінічну діагностику, але не замінити її [5–7].

Відомо, що патогенез запальних захворювань пародонта формується на межі мікробної біоплівки та імунної відповіді господаря. Біоплівка є необхідним, але недостатнім чинником прогресування, адже саме характер відповіді організму визначає інтенсивність продукції цитокінів, активність нейтрофілів, рівень протеолітичної деградації колагену та оксидативного ушкодження [5, 6]. Тому пошук одного універсального маркера є методологічно обмеженим. Більш перспективним є аналіз маркерів, які відображатимуть різні осі патологічного процесу: запалення, тканинну деструкцію, регуляторну протизапальну відповідь, нейтрофільну активацію та антиоксидантний захист.

Особливу складність для діагностики захворювань пародонта становить підлітковий вік, оскільки

пубертатні коливання гормонального фону, активне ремодельовання тканин, нестабільність гігієнічних звичок і висока реактивність тканин пародонта створюють умови, за яких показники біохімічних маркерів порожнини рота можуть змінюватися не лише внаслідок патологічних процесів, а й через фізіологічні процеси [8–14]. Це пояснює, чому результати досліджень у дорослих не можна автоматично переносити на підлітків.

Метою даної роботи є критичний аналіз сучасних даних щодо біомаркерів запалення тканин пародонта у підлітків і осіб молодого віку, оцінка їх діагностичної цінності та обмежень, а також розробка концептуальної схеми клініко-лабораторного скринінгу для раннього виявлення запалення тканин пародонта на основі аналізу наукової літератури.

Матеріали і методи. Робота виконана як нарративний огляд літератури з елементами структурованого критичного аналізу. Хронологічні межі пошуку: 2000–2024 рр. Пошук джерел здійснювали у PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Google Scholar та на платформах видавців Wiley, Elsevier, Springer Nature, MDPI і PLOS. Використовували комбінації ключових слів: periodontal biomarkers, adolescents, saliva, gingival crevicular fluid, oral rinse, MMP-8, active MMP-8, cytokines, IL-1 β , IL-10, calprotectin, myeloperoxidase, oxidative stress, catalase, RANKL/OPG. До аналізу включали систематичні огляди, метааналізи, консенсусні документи, клінічні дослідження та дослідження діагностичної точності, у яких біомаркери оцінювалися у ротовій рідині та мали зв'язок із клінічними параметрами стану пародонта. Перевагу надавали публікаціям із чітко описаною методологією забору біоматеріалу, клінічною класифікацією стану пародонта та статистичною оцінкою діагностичної продуктивності.

Оцінка доказів проводилася за наступними параметрами: патогенетична обґрунтованість, аналітична

та клінічна валідність, відтворюваність, наявність cut-off (порогових діагностичних значень показника), придатність до застосування у підлітків та потенціал використання у практиці лікаря-стоматолога.

У проаналізованих публікаціях біомаркери визначалися у різних фракціях ротової рідини. У вітчизняній літературі термін “ротова рідина” вживається як збірне поняття, що включає нестимульовану слину, ясеневу рідину та ротовий змив. У зарубіжних джерелах ці поняття розмежовуються: saliva (слина) – матеріал, що відображає загальний стан порожнини рота і придатний для скринінгу; gingival crevicular fluid (GCF, ясенева рідина) – ексудат ясеневі борозни з високою локальною специфічністю щодо локусу пародонта, забір якого здійснюється паперовими штифтами; oral rinse (ротовий змив) – комплекс, який відображає інтегральне запальне навантаження порожнини рота і придатний для point-of-care (експрес-тест у стоматологічному кабінеті) тестування. Конкретний тип біоматеріалу для кожного маркера наведено в таблиці 1.

Результати дослідження та обговорення. Проведений аналіз наукової літератури демонструє, що основна проблема ранніх досліджень полягала у спробі знайти один біомаркер, який міг би замінити клінічний огляд, адже такий підхід суперечить сучасному розумінню патогенезу захворювань тканин пародонта. Доведено, що запалення є нелінійним процесом, а результатом взаємодії мікробної біоплівки, імунокомпетентних клітин, цитокінових каскадів, протеолітичної активності, оксидативного стресу та регуляторних механізмів [5-7], тому окремий маркер зазвичай відображає лише один фрагмент процесу. Це підтверджують систематичні огляди, у яких MMP-8, IL-1 β , IL-6, MIP-1 α , гемоглобін та інші білкові молекули демонструють потенційну діагностичну цінність, але результати мають високу гетерогенність [8, 9, 15, 16]. Гетерогенність пов’язана не лише з різними методами лабораторного визначення, а й із різними клінічними критеріями захворювання, віковими групами, типами біоматеріалу та контролем факторів змішування.

Таким чином, біомаркерна діагностика пародонтального запалення повинна розглядатися не як проста бінарна діагностика, а як стратифікація біологічного ризику та відповідати на питання яка саме ланка патологічного процесу активована: деструкція, протизапальна регуляція, оксидативний компонент і чи потрібен більш інтенсивний моніторинг.

MMP-8/aMMP-8 є маркером активного колагенолітичного процесу, що може передувати клінічно визначеній деструкції [7, 10, 11], і безпосередньо пов’язаний із деградацією колагену I типу, який структурно визначає цілісність пародонтального комплексу [7]. За даними наукових публікацій, MMP-8, на відміну від цитокінів, відображає більш пізні ланки патологічного каскаду – тканинне руйнування. Метааналіз Zhang et al. показав, що рівень MMP-8 слини є вищим у пацієнтів із пародонтитом порівняно зі здоровими особами, однак автори також наголосили на значній гетерогенності досліджень [8]. Метааналіз Domokos

et al. підтвердив перспективність визначення MMP-8 слини для розмежування стану здоров’я, гінгівіту та пародонтиту, але також показав, що лабораторні платформи та клінічні критерії суттєво впливають на результати дослідження [9].

Особливу діагностичну цінність мають показники активної форми MMP-8 – aMMP-8. У підлітків aMMP-8 mouthrinse test продемонстрував здатність виявляти раннє запальне навантаження [10], а дослідження Räisänen et al. показало, що aMMP-8 PoC (point-of-care) може бути більш ефективним, ніж ізольована оцінка BOP у виявленні субклінічних станів [11]. Однак для підлітків існує важливе обмеження: ортодонтичне лікування, перикоронарит, травма слизової оболонки порожнини рота, активне прорізування зубів та інші локальні процеси можуть підвищувати показники aMMP-8 без ознак пародонтиту. Водночас систематичний огляд Wei et al. щодо aMMP-8 у дорослих підкреслює лише помірну діагностичну точність і потребу подальшої стандартизації [17]. Таким чином, aMMP-8 не слід трактувати як самостійний показник, оскільки його раціональна роль – виявлення біологічної активності процесу та відбір пацієнтів для поглибленого клінічного моніторингу.

Прозапальні цитокіни. IL-1 β , IL-6, TNF- α та IL-8 є центральними медіаторами запальної відповіді. Вони беруть участь у рекрутуванні нейтрофілів, активації макрофагів, стимуляції MMP та регуляції остеокластогенезу [6]. Однак основна діагностична проблема даних показників полягає в тому, що підвищення їх рівня не є специфічним для уражень тканин пародонта і може спостерігатися також при карієсі, травмі слизової оболонки порожнини рота, ортодонтичному переміщенні зубів, системних запальних станах та навіть при локальних змінах мікробіому.

Систематичний огляд Deng et al. показав, що у віковій групі дітей і підлітків дані про асоціацію GCF/слинних біомаркерів із пародонтальним статусом залишаються обмеженими та неоднорідними, зокрема через вплив системних факторів, зокрема ожиріння [13]. Це особливо важливо для підліткової популяції, де гормональні та метаболічні чинники можуть істотно змінювати цитокіновий профіль.

Таким чином, IL-1 β і IL-6 можуть бути корисними як чутливі індикатори запальної активності, але не як специфічні маркери запальних захворювань пародонта. Їх практична цінність зростає лише в комбінації з маркерами деструкції, передусім aMMP-8 або при використанні співвідношень із протизапальними цитокінами [18–24].

Маркери протизапальної регуляції. IL-10 часто інтерпретується як протизапальний або захисний маркер, що має дещо спрощений підхід. Відомо, що IL-10 пригнічує продукцію прозапальних цитокінів і може обмежувати тканинну деструкцію. Підвищення рівня IL-10 може відображати компенсаторну реакцію на виражене запалення, тоді як зниження – недостатність регуляторної відповіді [6]. Саме тому IL-10 не повинен використовуватися як ізольований критерій протизапальної активності. Більш інформативним є аналіз співвідношення IL-1 β /IL-10 як більш широкого проза-

пально-протизапального балансу, що особливо актуально для підлітків, оскільки нестабільний гормональний фон може змінювати показники як прозапальних, так і регуляторних медіаторів. Таким чином, IL-10 має бути включений до дослідницьких клініко-лабораторних панелей не стільки як самостійний діагностичний тест, а саме як регуляторний компонент, який пояснює напрямок імунної відповіді.

Нейтрофільні маркери: Нейтрофільна активність є ранньою та ключовою ланкою запалення пародонта. Кальпротектин (S100A8/A9), мілопероксидаза (MPO) та нейтрофільна еластаза відображають активацію вродженого імунітету, дегрануляцію нейтрофілів та локальну інтенсивність запальної відповіді. На відміну від багатьох цитокінів, ці маркери можуть точніше відображати клітинну фазу запалення. Дослідження Kido et al. показало кореляцію кальпротектину у GCF із клінічними та біохімічними ознаками пародонтального ураження [25]. Пізніше Kaner et al. продемонстрували зв'язок кальпротектину із активністю захворювання та результатами лікування у пацієнтів із генералізованим агресивним пародонтитом [26]. Хоча ці дані не можуть бути безпосередньо перенесені на підліткову популяцію, вони підтверджують біологічну релевантність S100A8/A9 як індикатора нейтрофільного запалення.

MPO та еластаза також є перспективними показниками пародонтального запалення, але їхня рутинна практична реалізація обмежена відсутністю стандартизованих порогових діагностичних значень (cut-off), різними методами лабораторного визначення та недостатньою кількістю досліджень у підлітковій популяції. Їх доцільно розглядати як маркери другої лінії у розширених панелях, особливо для пацієнтів із високим ризиком прогресування захворювань пародонта або під час ортодонтичного лікування [27].

Оксидативний стрес і антиоксидантний захист. Оксидативний стрес є одним із механізмів ушкодження тканин пародонта. Активні форми кисню можуть посилювати продукцію цитокінів, активувати MMP, ушкоджувати клітинні мембрани та підтримувати хронічне запалення [27]. Тому оцінка антиоксидантної системи є логічним доповненням до аналізу запально-деструктивних маркерів.

Каталаза розщеплює пероксид водню та є одним із базових ферментів антиоксидантного захисту. Зниження її активності у слині може свідчити про виснаження локальної антиоксидантної системи, однак цей показник не є специфічним для пародонтального ураження. На нього впливають особливості харчування, системний метаболічний статус, соматичні захворювання, фізична активність, стрес та інші фактори. Дослідження Trivedi et al. підтверджує зміну активності антиоксидантних ферментів при хронічному пародонтиті, але водночас підкреслює, що їх слід трактувати як компоненти ширшого профілю оксидативного стресу [28]. Отже, каталаза, супероксиддисмутаза (SOD, superoxide dismutase) – фермент, що нейтралізує супероксид-аніон; глутатіонпероксидаза (GPx, glutathione peroxidase) – фермент, що розщеплює пероксиди з участю глутатіону; загальна анти-

оксидантна ємність (TAC, total antioxidant capacity) – інтегральний показник здатності біологічних рідин протистояти оксидативному навантаженню. Усі три визначаються у слині спектрофотометрично і не повинні розглядатися як діагностичні маркери першої лінії. Їхня діагностична цінність полягає у виявленні оксидативного компоненту запалення, особливо у пацієнтів із системними факторами ризику, порушеннями харчування, ожирінням або високим рівнем запального навантаження [13, 14, 27, 28].

Антибактеріальні білки слини. Лактоферин, лізоцим, хітиназа та інші білки слини відображають антимікробний потенціал і неспецифічну імунну відповідь порожнини рота. Їх досліджують як потенційні компоненти білкових панелей, однак вони мають низьку специфічність щодо саме пародонтального запалення. У роботі Katsiki et al. порівнювали MMP-8, загальну протеолітичну активність, хітиназу і лізоциму у слині, ротовому змиві та GCF, що підкреслює важливість вибору біоматеріалу та комбінації маркерів [29]. Систематичний огляд Corana et al. виявив низку перспективних білкових маркерів слини, включаючи цистатин SN (CST1), гістатини, S100A8 та S100A9, які потенційно розрізняють здоровий пародонт, гінгівіт та пародонтит, але вимагають подальшої клінічної валідації [30]. Проте відсутність стандартизованих протоколів, різні лабораторні платформи та неоднорідність клінічних груп поки не дозволяють сформулювати універсальні рекомендації [16, 30, 31].

Маркери кісткового метаболізму. Система RANKL/OPG (receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand/osteoprotegerin – ліганд рецептора-активатора ядерного фактора каппа-B / остеопротегерин) відображає баланс між стимуляцією остеокластогенезу та його інгібуванням. У дорослих пацієнтів із пародонтитом цей показник може мати патогенетичну цінність, оскільки деструкція кісткової тканини є ключовою ознакою прогресування. Однак у підлітків інтерпретація RANKL/OPG є складнішою через фізіологічне ремоделювання кістки, ріст щелеп та ортодонтичне переміщення зубів. Тому застосування RANKL/OPG у підлітків як маркера раннього запалення без контролю ортодонтичного статусу, стадії росту та локальних факторів є методологічно ризикованим. Цей показник доцільно залишити для дослідницьких протоколів або для спеціальних клінічних ситуацій, але не рекомендувати як рутинний тест для первинного скринінгу. [32, 33, 34]

Ферменти фосфатазного обміну. Лужна фосфатаза (ALP) відображає остеобластичну активність та процеси мінералізації; її рівень у ясеневій рідині підвищується при запальних захворюваннях пародонта [35, 36]. Кисла фосфатаза (ACP) та її ізоформа – таратрезистентна кисла фосфатаза (TRAP) – відображають остеокластичну активність та резорбцію кісткової тканини [37, 38]. Разом з тим, у підлітків інтерпретація цих ферментів є методологічно ускладненою: підвищення активності ALP може бути зумовлене фізіологічним ростом скелета та ортодонтичним переміщенням зубів, а не патологічним процесом у пародонті [39]. Тому визначення рівня цих ферментів доцільне лише у складі мультибіомаркерних пане-

лей, з урахуванням вікових особливостей та ортодонтичного статусу пацієнта [35–39].

Вибір біоматеріалу дослідження. Слина є найбільш зручним біоматеріалом для скринінгу, оскільки її забір неінвазивний, швидкий і зручний для повторного моніторингу. Проте слина відображає сумарний показник стану порожнини рота та її специфічність для локусу пародонта нижча. GCF, навпаки, має високу локальну специфічність, але забір потребує стандартизації, ізоляції від слини, контролю контамінації кров'ю та достатньої технічної підготовки лікаря [32, 33, 34]. Ротовий змив є компромісним варіантом, особливо для aMMP-8 point-of-care тестування. Він дозволяє оцінити загальне запальне навантаження та може бути корисним для скринінгу в умовах стоматологічного кабінету. Однак для дослідницьких цілей, де важлива локалізація процесу, GCF залишається більш інформативним біоматеріалом [7, 17, 29, 32].

Таким чином, ґрунтуючись на основі результатів критичного аналізу літератури вважаємо доцільним запропонувати концептуальну трьохрівневу схему ранньої діагностики, де біомаркери доповнюють клінічний огляд та дозволяють біологічно стратифікувати ризики розвитку та прогресування запальних захворювань пародонта у підлітків та осіб молодого віку. Перший рівень – клінічний скринінг: визначення гігієнічних та пародонтальних індексів, оцінка фенотипу ясен, виявлення зубощелепних аномалій та потреби в ортодонтичному лікуванні, перевірка наявності локальних ретенційних факторів. Другий рівень – базова лабораторна панель: aMMP-8 як маркер активного колагенолітичного процесу, IL-1 β як маркер запалення та IL-10 у вигляді співвідношення IL-1 β /IL-10 як маркер регуляторного балансу. Третій рівень – розширена панель для груп ризику: кальпротектин або MPO як маркери нейтрофільної активності, каталаза або TAC як індикатори оксидативного компоненту, а за потреби – RANKL/OPG у дослідницьких умовах.

Для практичного лікаря-стоматолога найбільш реалістичним є застосування aMMP-8-тесту (point-of-care) у поєднанні з клінічними індексами, тоді як цитокінові, нейтрофільні та антиоксидантні маркери доцільні переважно для лабораторно підтриманого моніторингу або наукових досліджень.

Підсумовуючи вищезазначене, можна констатувати, що діагностично значущим є не абсолютний рівень

показника окремої молекули, а патогенетично обґрунтована комбінація маркерів. Саме мультибіомаркерна модель дозволяє оцінити не лише наявність запалення, а й його біологічний профіль: чи домінує нейтрофільна відповідь, колагенолітична деструкція, недостатність протизапальної регуляції або оксидативний дисбаланс.

Висновки. Біомаркери запалення пародонта у підлітків та осіб молодого віку мають значний науковий і клінічний потенціал, але жоден із них не може бути використаний як самостійний універсальний діагностичний критерій. Найбільш обґрунтованим і клінічно перспективним маркером активного колагенолітичного процесу, що може передувати клінічно визначеній деструкції [7, 10, 11], є MMP-8/aMMP-8, особливо у форматі point-of-care тестування, але результат потребує обов'язкової клінічної інтерпретації. Прозапальні цитокіни IL-1 β , IL-6, TNF- α та IL-8 є патогенетично важливими, однак мають обмежену специфічність; їх доцільно застосовувати у складі мультибіомаркерних панелей. В свою чергу IL-10 слід розглядати як маркер протизапальної регуляції, який має клінічний сенс переважно у співвідношенні з прозапальними цитокінами, зокрема IL-1 β /IL-10. Кальпротектин, MPO та нейтрофільна еластаза є перспективними маркерами ранньої клітинної відповіді, але потребують стандартизації та віковоспецифічної валідації. Каталаза, SOD, GPx і TAC відображають оксидативний компонент запалення, проте не є специфічними для пародонтального ураження і мають скоріше допоміжне значення. RANKL/OPG у підлітків має інтерпретуватися обережно через фізіологічне ремоделювання кісткової тканини та вплив ортодонтичного лікування. Лужна фосфатаза (ALP) та кисла фосфатаза/TRAP (ACP/TRAP) мають патогенетичне обґрунтування, але у підлітків їх інтерпретація обмежена фізіологічним ростом скелета, одже визначення рівня даних ферментів доцільне лише у складі мультибіомаркерних панелей. Антибактеріальні білки слини (лактоферин, лізоцим, хітиназа) мають низьку специфічність щодо пародонтального ураження і є допоміжними компонентами білкових панелей. Таким чином, в практичному розрізі найбільш перспективною виглядає діагностична модель, яка поєднає клінічний скринінг та визначення рівня aMMP-8; для поглибленого моніторингу – aMMP-8 + IL-1 β /IL-10 + кальпротектин або MPO + каталаза/TAC у групах ризику.

Таблиця 1

Сучасні біомаркери запалення тканин пародонта: патогенетична роль, біоматеріал, переваги та обмеження

| Біомаркер | Патогенетична група | Біоматеріал | Що відображає | Переваги | Обмеження / практична оцінка |
|------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 |
| aMMP-8/ MMP-8 | Матриксні металопротеїнази | Слина, GCF, ротовий змив | Колагенолітична деструкція | Найкраще валідований маркер; можливий chair-side тест | Потребує клінічного контексту; ортодонтичні сили можуть впливати [7–11, 17] |
| MMP-9 | Матриксні металопротеїнази | Слина, GCF | Запально-протеолітична активність | Біологічно обґрунтований маркер ремоделювання | Менш специфічний, ніж MMP-8; не перша лінія [7, 8, 16] |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 |
|--------------------------|----------------------------|----------------------|---|---|--|
| IL-1 β | Прозапальні цитокіни | Слина, GCF | Активация запалення | Чутливий індикатор запального навантаження | Низька специфічність; краще у комбінації з MMP-8 [18–20, 21] |
| IL-6 | Прозапальні цитокіни | Слина, GCF | Системно-локальна запальна відповідь | Корисний компонент мультиплексних панелей | Висока варіабельність, вплив системних факторів [13, 15, 16] |
| TNF- α | Прозапальні цитокіни | GCF, слина | Запальна активация, остеокластогенез | Патогенетично значущий | Неспецифічний; не рекомендований ізольовано [6, 13] |
| IL-8 | Хемокіни | Слина, GCF | Рекрутування нейтрофілів | Відображає ранню клітинну відповідь | Висока залежність від загального стану слизової [20, 31] |
| IL-10 | Противапальні цитокіни | Слина, GCF | Регуляторна противапальна відповідь | Важливий для оцінки балансу імунної відповіді | Ізольовано малоінформативний; доцільно IL-1 β /IL-10 ratio [6, 21] |
| Calprotectin (S100A8/A9) | Нейтрофільні білки | GCF, слина | Нейтрофільна активация | Перспективний ранній маркер | Потребує стандартизації та вікових порогових значень (cut-off) [25, 26] |
| MPO | Нейтрофільні ферменти | Слина, GCF | Оксидативно-нейтрофілну активність | Може доповнювати calprotectin | Недостатньо валідований для рутини у підлітків [27, 29] |
| Lactoferrin / lysozyme | Антимікробні білки | Слина, ротовий змив | Неспецифічний захист слизової | Зручні для білкових панелей | Низька специфічність для пародонта [16, 29, 31] |
| Каталаза | Антиоксидантні ферменти | Слина | Антиоксидантний захист, H ₂ O ₂ -детоксикація | Відображає оксидативний компонент | Системний вплив; допоміжний маркер [27, 28] |
| SOD/GPx/TAC | Антиоксидантна система | Слина | Баланс антиоксидантного захисту | Корисні в наукових панелях | Не специфічні для локального пародонтального процесу [27, 28] |
| RANKL/OPG | Кісткове ремоделювання | GCF, слина | Остеокластогенез / кістковий баланс | Патогенетично важливий у пародонтиті | У підлітків обмежений через фізіологічне ремоделювання та ортодонтію [18, 19, 34] |
| ALP | Ферменти фосфатного обміну | GCF, ясеневая рідина | Остеобластична активність, мінералізація | Доступний колориметричний метод; корелює з клінічними параметрами [35,36] | У підлітків обмежена фізіологічним ростом скелета та ортодонтичним лікуванням [37, 38] |
| ACP/TRAP | Ферменти фосфатного обміну | GCF | Остеокластична активність, резорбція кістки | Прямий маркер остеокластогенезу; діагностичний потенціал [39] | Низька специфічність у підлітків через фізіологічне ремоделювання кістки [38, 39] |

REFERENCES

- Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. *Nat Rev Immunol.* 2015;15(1):30–44. doi:10.1038/nri3785.
- Tonetti MS, Greenwell H, Kornman KS. Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *J Clin Periodontol.* 2018;45 Suppl 20:S149-S161. doi:10.1111/jcpe.12945.
- Sanz M, Herrera D, Kerschull M, Chapple I, Jepsen S, Beglundh T, et al. Treatment of stage I-III periodontitis – The EFP S3 level clinical practice guideline. *J Clin Periodontol.* 2020;47 Suppl 22:4-60. doi:10.1111/jcpe.13290.
- Murakami S, Mealey BL, Mariotti A, Chapple ILC. Dental plaque-induced gingival conditions. *J Periodontol.* 2018;89 Suppl 1:S17-S27. doi:10.1002/JPER.17-0095.
- Offenbacher S, Barros SP, Singer RE, Moss K, Williams RC, Beck JD. Periodontal disease at the biofilm-gingival interface. *J Periodontol.* 2007;78(10):1911-1925. doi:10.1902/jop.2007.060465.
- Garlet GP. Destructive and protective roles of cytokines in periodontitis: a re-appraisal from host defense and tissue destruction viewpoints. *J Dent Res.* 2010;89(12):1349–1363. doi:10.1177/0022034510376402.
- Sorsa T, Gursoy UK, Nwhator S, Hernandez M, Tervahartiala T, Leppilähti J, et al. Analysis of matrix metalloproteinases, especially MMP-8, in gingival crevicular fluid, mouthrinse and saliva for monitoring periodontal diseases. *Periodontol* 2000. 2016;70(1):142-163. doi:10.1111/prd.12101.

8. Zhang L, Li X, Yan H, Huang L. Salivary matrix metalloproteinase (MMP)-8 as a biomarker for periodontitis: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97(3): e9642. doi:10.1097/MD.0000000000009642.
9. Domokos Z, Simon F, Uhrin E, Szabo B, Vancsa S, Varga G, et al. Evaluating salivary MMP-8 as a biomarker for periodontal diseases: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2024;10(22):e40402. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e40402.
10. Heikkinen AM, Nwhator SO, Rathnayake N, Mantyla P, Vatanen P, Sorsa T. Pilot study on oral health status as assessed by an active matrix metalloproteinase-8 chairside mouthrinse test in adolescents. *J Periodontol*. 2016;87(1):36-40. doi:10.1902/jop.2015.150377.
11. Räisänen IT, Sorsa T, van der Schoor GJ, Tervahartiala T, van der Schoor P, Gieselmann DR, Heikkinen AM. Active matrix metalloproteinase-8 point-of-care (PoC)/chairside mouthrinse test vs. bleeding on probing in diagnosing subclinical periodontitis in adolescents. *Diagnostics (Basel)*. 2019;9(1):34. doi:10.3390/diagnostics9010034.
12. Raivisto T, Sorsa T, Raisanen IT, Kauppila T, Ruokonen H, Tervahartiala T, et al. Active matrix metalloproteinase-8 chair side mouth rinse test, health behaviour and oral health in Finnish adolescent cohort. *J Clin Diagn Res*. 2020;14(1):ZC35-ZC39. doi:10.7860/JCDR/2020/43031.13467.
13. Deng Q, Wong HM, Peng S. Salivary and gingival crevicular fluid biomarkers of periodontal health and/or obesity among children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Heliyon*. 2024;10(1):e23782. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e23782.
14. Deng Q, Wong HM, Peng S. Alterations in salivary biomarkers in relation to periodontal health and obesity among Hong Kong adolescents. *J Dent*. 2024;146:105055. doi:10.1016/j.jdent.2024.105055.
15. Kc S, Wang XZ, Gallagher JE. Diagnostic sensitivity and specificity of host-derived salivary biomarkers in periodontal disease amongst adults: Systematic review. *J Clin Periodontol*. 2020;47(3):289-308. doi:10.1111/jcpe.13218.
16. Arroyo E, Oliveira-Alves MG, Chamorro-Petronacci CM, Marichalar-Mendia X, Bravo-Lopez SB, Blanco-Carrion J, et al. Protein-based salivary biomarkers for the diagnosis of periodontal diseases: Systematic review and meta-analysis. *J Taibah Univ Med Sci*. 2023;18(4):737-747. doi:10.1016/j.jtumed.2022.12.004.
17. Wei S, Lin T, Saenz-Ravello G, Gao H, Zhang Y, Tonetti MS, et al. Diagnostic accuracy of salivary active matrix metalloproteinase-8 point-of-care test for detecting periodontitis in adults: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2024;51(8):1093-1108. doi:10.1111/jcpe.14000.
18. Sexton WM, Lin Y, Kryscio RJ, Dawson DR 3rd, Ebersole JL, Miller CS. Salivary biomarkers of periodontal disease in response to treatment. *J Clin Periodontol*. 2011;38(5):434-441. doi:10.1111/j.1600-051X.2011.01706.x.
19. Miller CS, King CP Jr, Langub MC, Kryscio RJ, Thomas MV. Salivary biomarkers of existing periodontal disease: a cross-sectional study. *J Am Dent Assoc*. 2006;137(3):322-329. doi:10.14219/jada.archive.2006.0181.
20. Rathnayake N, Akerman S, Klinge B, Lundegren N, Jansson H, Tryselius Y, et al. Salivary biomarkers of oral health: a cross-sectional study. *J Clin Periodontol*. 2013;40(2):140-147. doi:10.1111/jcpe.12038.
21. Pradeep AR, Daisy H, Hadge P, Garg G, Thorat M. Correlation of gingival crevicular fluid interleukin-18 and monocyte chemoattractant protein-1 levels in periodontal health and disease. *J Periodontol*. 2009;80(9):1454-1461. doi:10.1902/jop.2009.090117.
22. Rangbulla V, Nirola A, Gupta M, Batra P, Gupta M. Salivary IgA, interleukin-1 β and MMP-8 as salivary biomarkers in chronic periodontitis patients. *Chin J Dent Res*. 2017;20(1):43-51. doi:10.3290/j.cjdr.a37741.
23. Toker H, Poyraz O, Eren K. Effect of periodontal treatment on IL-1beta, IL-1ra, and IL-10 levels in gingival crevicular fluid in patients with aggressive periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2008;35(6):507-513. doi:10.1111/j.1600-051X.2008.01213.x.
24. Relvas M, Mendes-Frias A, Gonçalves M, Salazar F, López-Jarana P, Silvestre R, Viana da Costa A. Salivary IL-1 β , IL-6, and IL-10 are key biomarkers of periodontitis severity. *Int J Mol Sci*. 2024;25(15):8401. doi:10.3390/ijms25158401.
25. Kido J, Nakamura T, Kido R, Ohishi K, Yamauchi N, Kataoka M, et al. Calprotectin in gingival crevicular fluid correlates with clinical and biochemical markers of periodontal disease. *J Clin Periodontol*. 1999;26(10):653-657. doi:10.1034/j.1600-051x.1999.261004.x.
26. Kaner D, Bernimoulin JP, Kleber BM, Friedmann A. Calprotectin levels in gingival crevicular fluid predict disease activity in patients treated for generalized aggressive periodontitis. *J Periodontol Res*. 2011;46(4):417-426. doi:10.1111/j.1600-0765.2011.01355.x.
27. Chapple ILC, Matthews JB. The role of reactive oxygen and antioxidant species in periodontal tissue destruction. *Periodontol 2000*. 2007;43:160-232. doi:10.1111/j.1600-0757.2006.00178.x.
28. Trivedi S, Lal N, Mahdi AA, Mittal M, Singh B, Pandey S. Evaluation of antioxidant enzymes activity and malondialdehyde levels in patients with chronic periodontitis and diabetes mellitus. *J Periodontol*. 2014;85(5):713-720. doi:10.1902/jop.2013.130066.
29. Katsiki P, Nazmi K, Loos BG, Nicu EA. Comparing periodontitis biomarkers in saliva, oral rinse and gingival crevicular fluid: A pilot study. *J Clin Periodontol*. 2021;48(9):1250-1259. doi:10.1111/jcpe.13479.
30. Corana M, Baima G, Iaderosa G, Franco F, Zhang J, Berta GN, Romano F, Aimetti M. Salivary proteomics for detecting novel biomarkers of periodontitis: A systematic review. *J Periodontol Res*. 2025;60(4):633-655. doi:10.1111/jre.13357.
31. Melguizo-Rodriguez L, Costela-Ruiz VJ, Manzano-Moreno FJ, Ruiz C, Illescas-Montes R. Salivary biomarkers and their application in the diagnosis and monitoring of the most common oral pathologies. *Int J Mol Sci*. 2020;21(14):5173. doi:10.3390/ijms21145173.
32. Buduneli N, Biyikoglu B, Kinane DF. Utility of gingival crevicular fluid components for periodontal diagnosis. *Periodontol 2000*. 2024;95(1):156-175. doi:10.1111/prd.12595.
33. Loos BG, Tjoa S. Host-derived diagnostic markers for periodontitis: do they exist in gingival crevice fluid? *Periodontol 2000*. 2005;39:53-72. doi:10.1111/j.1600-0757.2005.00129.x.
34. Buduneli N, Kinane DF. Host-derived diagnostic markers related to soft tissue destruction and bone degradation in periodontitis. *J Clin Periodontol*. 2011;38 Suppl 11:85-105. doi:10.1111/j.1600-051X.2010.01670.x.

-
35. Sanikop S, Patil S, Agrawal P. Gingival crevicular fluid alkaline phosphatase as a potential diagnostic marker of periodontal disease. *J Indian Soc Periodontol.* 2012;16(4):513-518. doi:10.4103/0972-124X.106889.
36. Rasaei N, Ghadiri A, Peighan M, Rekabi A, Atashkar N. Evaluation of alkaline phosphatase in gingival crevicular fluid and saliva of patients with periodontitis and healthy individuals. *J Family Med Prim Care.* 2022;11(11):6983-6987. doi:10.4103/jfmpe.jfmpe_477_22.
37. Perinetti G, Paolantonio M, D'Attilio M, D'Archivio D, Tripodi D, Femminella B, Festa F, Spoto G. Alkaline phosphatase activity in gingival crevicular fluid during human orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(5):548-556. doi:10.1067/mod.2002.126154.
38. Farahani M, Safavi SM, Dianat O, Khoramian Tusi S, Younessian F. Acid and alkaline phosphatase levels in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement. *J Dent (Shiraz).* 2015;16(3 Suppl):237-245. PMID: 26535403.
39. Hernandez M, Dutzan N, Garcia-Sesnich J, et al. MMP-8, TRAP-5, and OPG levels in GCF: diagnostic potential to discriminate between healthy, mild and severe periodontitis sites. *Biomolecules.* 2020;10(11):1500. doi:10.3390/biom10111500.

Дата першого надходження статті до видання: 12.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Осарчук Євген Володимирович
аспірант кафедри дитячої стоматології та ортодонції
Тернопільського національного медичного університету
імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України
ORCID ID: 0009-0000-7709-1711
м. Тернопіль, Україна

Бандрівський Юрій Любомирович
доктор медичних наук, професор
кафедри дитячої стоматології та ортодонції
Тернопільського національного медичного університету
імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України
ORCID ID: 0000-0002-4103-3664
м. Тернопіль, Україна

ПОРУШЕННЯ КИСЛОТНО-ЛУЖНОГО ГОМЕОСТАЗУ РОТОВОЇ РІДИНИ У ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ДІТЕЙ 6-13 РОКІВ ІЗ РІЗНИМ СТАНОМ ТВЕРДИХ ТКАНИН ЗУБІВ

Вступ. Військова агресія та вимушене внутрішнє переміщення стали потужними стресовими факторами, що кардинально змінили умови життя українських дітей. Пролонгований дистрес і соціальна дезадаптація неминуче позначаються на фізіологічному стані організму, зокрема на системі місцевого імунітету. Оскільки нестимульована ротова рідина є ключовим регулятором карієсрезистентності, вивчення її кислотно-лужного балансу у дітей-переселенців має критичне значення для прогнозування та запобігання агресивному розвитку карієсу в період змінного прикусу.

Мета роботи – встановити особливості порушень кислотно-лужного гомеостазу ротової рідини у внутрішньо переміщених дітей віком 6-13 років залежно від стану твердих тканин зубів у порівняльному аспекті.

Матеріали та методи. Проведено відкрите порівняльне крос-секційне дослідження за участю 375 школярів. Основну групу склали 149 внутрішньо переміщених дітей (ВПО), порівняльну – 226 постійних мешканців Тернопільської області. Вибірку стратифіковано за віком (6-9 та 10-13 років) і клінічним станом твердих тканин зубів (інтактні / карієс). Експрес-діагностику водневого показника (pH) нестимульованої ротової рідини проводили *ex vivo* тест-системами «Hydriion 9800». Буферну ємність визначали методом кислотного титрування за В. Krasse. Аналіз даних виконано методами параметричної та непараметричної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено достовірне погіршення преклінічних маркерів карієсрезистентності у дітей-ВПО. Зафіксовано виражений зсув pH ротової рідини в кислий бік: кисле середовище діагностовано у переважній більшості переміщених дітей із карієсом обох вікових груп, що у 3,5–5,7 рази частіше порівняно з місцевими мешканцями, $p < 0,01$. У дітей-ВПО 10-13 років із каріозною хворобою відбулося глибоке виснаження захисних механізмів слини: нормальна буферна ємність у цій підгрупі не визначалася взагалі, натомість критично низький її рівень фіксувався у 32,26 % випадків, що майже втричі перевищує показники контрольної групи, $p < 0,01$.

Висновки. Доведено, що вимушене внутрішнє переміщення спричиняє глибокі порушення кислотно-лужного гомеостазу ротової рідини у дітей 6-13 років. Порівняно з місцевими мешканцями, у дітей-ВПО фіксується достовірне стійке закислення слини та критичне виснаження її буферної ємності, які є максимально вираженими за наявності карієсу зубів. Виявлена втрата природної карієсрезистентності обрuntuє гостру потребу в адаптації посилених індивідуалізованих лікувально-профілактичних протоколів для цієї вразливої когорти.

Ключові слова: карієс зубів, ротова рідина, водневий показник слини, буферна ємність слини, внутрішньо переміщені діти.

Osarchuk Yevhen Volodymyrovych, Postgraduate Student at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; ORCID ID: 0009-0000-7709-1711, Ternopil, Ukraine

Bandrivskyi Yurii Lybomirovych, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine; ORCID ID: 0000-0002-4103-3664, Ternopil, Ukraine

DISRUPTION OF ORAL FLUID ACID-BASE HOMEOSTASIS IN INTERNALLY DISPLACED CHILDREN AGED 6–13 YEARS WITH VARYING STATES OF DENTAL HARD TISSUES

Introduction. Military aggression and forced internal displacement have become powerful stress factors that have radically changed the living conditions of Ukrainian children. Prolonged distress and social maladaptation inevitably affect the physiological state of the body, particularly the local immune system. Since unstimulated oral fluid is a key regulator of caries resistance, studying its acid-base balance in displaced children is of critical importance for predicting and preventing the aggressive development of dental caries during the mixed dentition period.

© Осарчук Є. В., Бандрівський Ю. Л., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Objective. The aim of this study was to establish the features of oral fluid acid-base homeostasis disruptions in internally displaced children aged 6-13 years, depending on the state of their dental hard tissues, through a comparative approach.

Materials and methods. An open comparative cross-sectional study was conducted involving 375 schoolchildren. The main group consisted of 149 internally displaced children (IDPs), while the comparative group included 226 permanent residents of the Ternopil region. The sample was stratified by age (6-9 and 10-13 years) and the clinical state of dental hard tissues (intact teeth / dental caries). Rapid assessment of the pH level of unstimulated oral fluid was performed ex vivo using "Hydriion 9800" test systems. Buffer capacity was determined using B. Krasse's acid titration method. Data analysis was performed utilizing parametric and nonparametric statistical methods.

Results and discussions. A significant deterioration of preclinical caries resistance markers was established in IDP children. A pronounced shift of the oral fluid pH towards the acidic side was recorded: an acidic environment was diagnosed in the vast majority of displaced children with caries in both age groups, which is 3.5-5.7 times more frequent compared to local residents, $p < 0.01$. In IDP children aged 10-13 years with dental caries, a profound depletion of salivary defense mechanisms occurred: normal buffer capacity was not detected in this subgroup at all, whereas its critically low level was recorded in 32.26 % of cases, which is almost three times higher than the control group parameters, $p < 0.01$.

Conclusion. It has been proven that forced internal displacement causes profound disruptions of oral fluid acid-base homeostasis in children aged 6-13 years. Compared to local residents, a significantly persistent acidification of saliva and a critical depletion of its buffer capacity are recorded in IDP children, which are most pronounced in the presence of dental caries. The identified loss of natural caries resistance justifies the urgent need to adapt enhanced individualized treatment and preventive protocols for this vulnerable cohort.

Key words: dental caries, oral fluid, hydrogen exponent, buffer capacity, internally displaced children.

Вступ. Карієс зубів у дитячому віці традиційно залишається однією з найгостріших проблем сучасної стоматології [1]. Однак сьогодні в Україні ця патологія набула абсолютного нового виміру. Внаслідок повномасштабної війни сотні тисяч дітей отримали статус внутрішньо переміщених осіб (ВПО). Ця категорія пацієнтів була раптово вирвана зі звичного середовища, зазнала впливу пролонгованого психоемоційного стресу, зміни раціону харчування, біогеохімічного складу питної води та зіткнулася з обмеженим доступом до регулярної стоматологічної допомоги [2].

З клінічної точки зору, першим на такі системні стресові зрушення реагує гомеостаз порожнини рота, ключовим регулятором якого є нестимульована ротова рідина [3]. Саме її фізико-хімічні властивості – насамперед водневий показник (рН) та буферна ємність – відіграють вирішальну роль у підтримці карієсрезистентності. У фізіологічній нормі слина ефективно нейтралізує органічні кислоти, що продукуються мікрофлорою зубної бляшки, та забезпечує ремінералізацію емалі. Проте, під впливом хронічного дистресу, що супроводжує вимушену міграцію, відбувається гіперстимуляція симпатичної нервової системи. Це призводить до пригнічення секреторної активності слинних залоз, підвищення в'язкості слини та швидкого виснаження її буферних систем. Унаслідок цього рН зміщується в кислий бік, формуючи ідеальне середовище для демінералізації [4].

Цей патофізіологічний каскад стає особливо небезпечним у віковому періоді 6-13 років. Це критичний етап змінного прикусу, коли емаль нещодавно прорізаних постійних зубів ще не завершила процеси вторинної мінералізації (дозрівання). У цей час тверді тканини є максимально вразливими до дії карієсогенних чинників, а отже, зниження захисного потенціалу слини майже неминуче призводить до швидкої манифестації каріозної хвороби [5].

Аналіз сучасної фахової літератури свідчить, що хоча епідеміологія карієсу вивчена достатньо глибоко, питання доклінічних змін гомеостазу порожнини рота саме у дітей-ВПО залишається малодослідженим. Більшість наукових праць фіксують уже наявні, незворотні ураження твердих тканин. Водночас вивчення преклінічних маркерів (рН та буферної ємності) у цієї вразливої категорії дозволило б об'єктивно оцінити

ризиків ще до утворення каріозних порожнин. На сьогодні у фаховій літературі бракує достовірних порівняльних даних щодо того, наскільки глибоко стрес та переміщення виснажують буферні системи слини дитини порівняно з її однолітками, які проживають у відносно стабільних умовах. Отже, об'єктивна порівняльна оцінка фізико-хімічних параметрів ротової рідини у внутрішньо переміщених дітей є не просто актуальним науковим завданням. Це необхідний доказовий фундамент для перегляду та адаптації індивідуалізованих протоколів профілактики, які б враховували нові соціально-медичні реалії життя українських дітей.

Метою дослідження було встановити особливості порушень кислотно-лужного гомеостазу ротової рідини у внутрішньо переміщених дітей 6–13 років залежно від стану твердих тканин зубів у порівняльному аспекті.

Матеріали та методи дослідження. Проведено відкрите порівняльне одномоментне (крос-секційне) дослідження. Клініко-лабораторні етапи виконувалися на базі кафедри дитячої стоматології та ортодонції Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, а також у стоматологічних клініках «OrthoXperts» та «Дентальна косметика» (м. Тернопіль). Дослідження схвалено Комісією з питань біоетики ТНМУ та проведено з дотриманням основних положень Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (World Medical Association Declaration of Helsinki) щодо етичних принципів медичних досліджень за участю людей [6].

Стоматологічне обстеження та забір біоматеріалу здійснювали виключно після отримання інформованої письмової згоди батьків або офіційних опікунів дітей. У шкільних закладах м. Тернополя та Тернопільської області було обстежено 375 школярів. Залежно від соціально-демографічного статусу пацієнтів було розподілено на дві репрезентативні групи: основна група (n=149) – діти, які мають офіційний статус внутрішньо переміщених осіб (ВПО) внаслідок військових дій, та порівняльна група (n=226) – діти, які є постійними мешканцями м. Тернополя та області. Для деталізації вікових особливостей та об'єктивізації отриманих даних вибірку було стратифі-

ковано на дві вікові підгрупи: молодший шкільний вік (6–9 років) – 183 дитини, з яких 87 осіб склали основну групу, а 96 – порівняльну та старший шкільний вік (10–13 років) – 192 дитини, серед яких 62 особи віднесено до основної групи, а 130 – до порівняльної. Гендерний розподіл у загальній вибірці (6–13 років) був гомогенним і становив 185 хлопців та 190 дівчат.

Визначення стоматологічного статусу проводили за стандартною методикою, рекомендованою ВООЗ. За результатами огляду, для вирішення завдань дослідження, пацієнтів у межах кожної вікової підгрупи було додатково розподілено за клінічним станом твердих тканин зубів: особи з інтактними зубами та пацієнти з карієсом зубів [7].

Забір біологічного матеріалу (1,0–1,5 мл нестимульованої ротової рідини) здійснювали шляхом спльовування у стерильні мірні пробірки в ранкові години, суворо дотримуючись двогодинного інтервалу після прийому їжі та гігієни порожнини рота [8].

Експрес-діагностику водневого показника (рН) проводили *ex vivo* негайно після отримання зразків із використанням індикаторних тест-систем «Hydrion 9800» (Micro Essential Laboratory, США; діапазон вимірювання 0–14, крок $\pm 0,2$). Колориметричну верифікацію результатів виконували після 20-секундної експозиції тест-смужки в еталонних умовах денного освітлення (5500 К), що дозволило нівелювати ризик суб'єктивних оптичних похибок [9].

Визначення буферної ємності (БЄ) базувалося на методі кислотного титрування за В. Крассе (1965). До аліквоти досліджуваної слини (1 мл) додавали 3 мл 0,005 Н розчину НСІ. Здатність біосубстрату нейтралізувати кислотне навантаження об'єктивізували за кінцевим рівнем рН після 10-хвилинної інкубації суміші за умов кімнатної температури. Динаміку зміни кислотного середовища розраховували за формулою:

$$\Delta \text{pH} = \text{pH}_0 - \text{pH}_{10}$$

де pH_0 та pH_{10} – абсолютні значення рН до та після кислотного навантаження відповідно.

Залежно від показника кінцевого рН суміші, буферний потенціал ротової рідини класифікували як: високий/нормальний ($\geq 5,0$), низький (4,0–4,9) або дуже низький (<4,0) [10].

Статистичне опрацювання масиву первинних даних здійснювали з використанням програмного забезпечення «Microsoft Excel» та спеціалізованого пакета «Statistica» (StatSoft Inc., США). Перевірку кількісних показників на предмет нормальності розподілу виконували за допомогою критерію Шапіро-Уїлка. Враховуючи нормальний розподіл більшості метричних даних, для порівняння незалежних вибірок використовували параметричні методи: розрахунок середнього арифметичного (М) та його стандартної похибки (m). Оцінку статистичної значущості відмінностей між групами (основна/порівняльна, інтактні зуби/карієс) проводили за допомогою t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Критичним рівнем статистичної значущості (p) прийнято значення $p < 0,05$. Для порівняння частотних характеристик у групах із нульовими значеннями застосовували непараметричний точний критерій Фішера [11].

Виклад основного матеріалу дослідження.

В результаті проведеного дослідження було з'ясовано (табл. 1), що кисле середовище ротової рідини визначалось у $77,01 \pm 4,51$ % внутрішньо переміщених дітей 6–9 років основної групи з карієсом зубів та у 3,5 рази меншої кількості їх однолітків з каріозною хворобою, постійних мешканців м. Тернополя та області (порівняльна група), $p_1 < 0,01$. При цьому, в обох групах дослідження кількість дітей з інтактними зубами при кислотних властивостях ротової рідини була значно нижче ніж у досліджуваних з карієсом: у 11,2 рази в основній групі та у 7,0 рази в порівняльній групі, $p < 0,01$, $p_1 > 0,05$.

Нейтральне значення водневого показника ротової рідини значно частіше зустрічались у 6–9 річних дітей порівняльної групи ніж у їх однолітків, які були внутрішньо переміщені (основна група): у 11,2 рази у дітей з інтактними зубами та у 3,8 рази у досліджуваних з карієсом зубів, $p_1 > 0,05$, $p_1 < 0,01$.

Лужне значення водневого показника ротової рідини у обстежених обох груп дослідження зустрічалося нечасто і коливались від $1,15 \pm 0,14$ % до $1,04 \pm 0,25$ % дітей з інтактними зубами основної та порівняльної груп, та від $3,45 \pm 1,95$ % до $5,20 \pm 2,26$ % дітей з карієсом зубів основної та порівняльної груп, відповідно, p , $p_1 > 0,05$.

Таблиця 1

Кількісний склад дітей груп дослідження 6–9 років у залежності від стану твердих тканин зубів та якісних характеристик водневого показника

| Водневий показник, (рН) | Основна група, (n = 87) | | Порівняльна група, (n = 96) | |
|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | Інтактні зуби, (n = 10) | З карієсом зубів, (n = 77) | Інтактні зуби, (n = 41) | З карієсом зубів, (n = 55) |
| Кисле рН | $\frac{6}{6,90 \pm 2,71}$ | $\frac{67}{77,01 \pm 4,51}^{*,*}$ | $\frac{3}{3,13 \pm 1,77}$ | $\frac{21}{21,88 \pm 4,21}^{\bullet}$ |
| Нейтральне рН | $\frac{3}{3,45 \pm 1,95}^*$ | $\frac{7}{8,05 \pm 2,91}^*$ | $\frac{37}{38,54 \pm 4,73}$ | $\frac{29}{30,21 \pm 4,68}$ |
| Лужне рН | $\frac{1}{1,15 \pm 0,14}$ | $\frac{3}{3,45 \pm 1,95}$ | $\frac{1}{1,04 \pm 0,25}$ | $\frac{5}{5,20 \pm 2,26}$ |

Примітки: \bullet $p < 0,01$ – статистично значуща різниця стосовно даних у досліджуваних з інтактними зубами;

* $p < 0,01$ – статистично значуща різниця стосовно даних у порівняльній групі

При аналізі цифрових значень водневого показника у дітей груп дослідження було встановлено (рис. 1), що у досліджуваних основної групи з карієсом зубів значення параметру, що вивчались, було нижче порівняно з даними у дітей з інтактними зубами цієї ж групи: при кислому середовищі на 3,8 %, $p < 0,01$, при нейтральному середовищі на 3,69 % та при лужному на 3,52 %, $p < 0,05$.

У дітей порівняльної групи простежувалась аналогічна тенденція, яка характеризувалась меншими значеннями рН при кислих та нейтральних властивостях ротової рідини у дітей з карієсом зубів порівняно з їх однолітками з інтактними зубами цієї ж групи, $p > 0,05$. Водночас, при лужному рН значення параметру не відрізнялись статистичною значущістю у досліджуваних порівняльної групи з карієсом зубів та без нього, $p > 0,05$.

При цьому, встановлено, що у 6–9 річних дітей основної групи значення водневого показника було нижче, у середньому, ніж у їх однолітків у порівняльній групі: на 2,78 % при інтактних зубах, $p_1 < 0,05$, та на 3,95 % при каріозній хворобі, $p_1 < 0,01$.

У дітей 10–13 років основної групи з карієсом зубів значно частіше зустрічалось кисле середовище ротової рідини (табл. 2), яке діагностували у $69,35 \pm 5,85$ % дітей, $p_1 < 0,01$, проти $23,84 \pm 3,73$ % досліджуваних у порівняльній групі з ураженнями твердих тканин зубів, $p_1 < 0,01$. При цьому, кисле рН ротової рідини зустрічалось у 5,7 рази частіше у дітей порівняльної групи порівняно з даними в основній групі при інтактних зубах, $p_1 < 0,05$. У дітей порівняльної групи вірогідно частіше об'єктивізували нейтральний рН ротової рідини ніж у пацієнтів основної групи: у 4,0 рази при інтактних зубах та у 2,9 рази при карієсі зубів, $p_1 < 0,01$. Слід додати, що лужне рН ротової рідини не об'єктивізували у дітей з інтактними зубами основної групи при $3,08 \pm 1,51$ % пацієнтів у порівняльної групи, $p < 0,01$. У 10–13 річних дітей основної групи лужне рН ротової рідини об'єктивізували у 1,8 рази частіше ніж у їх однолітків у порівняльній групі з карієсом зубів.

Аналіз цифрових значень водневого показника показав (рис. 2), що у 10–13 річних досліджуваних

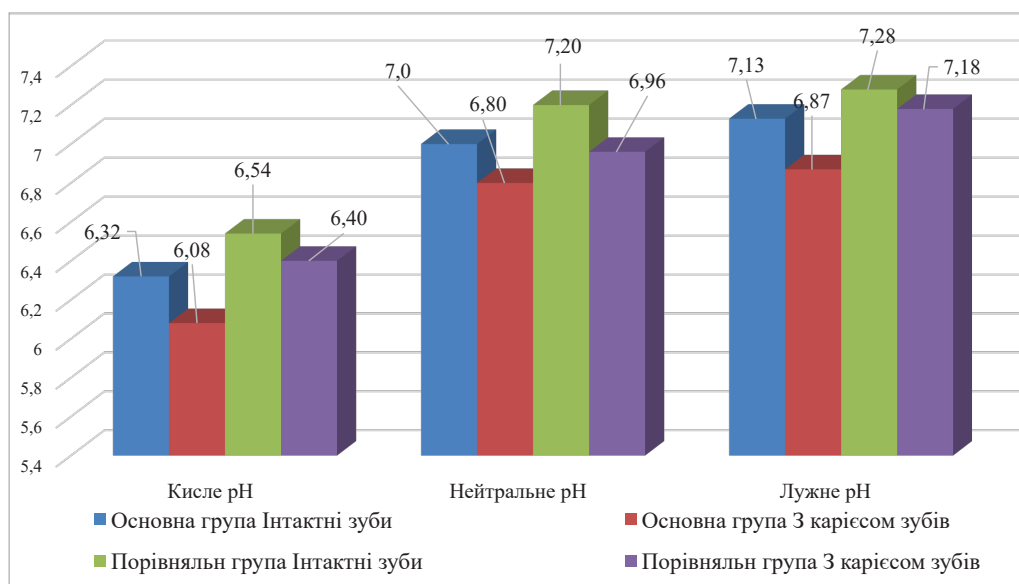


Рис. 1. Значення водневого показника у ротовій рідині 6–9 річних дітей груп дослідження у залежності від стану твердих тканин зубів

Кількісний склад дітей груп дослідження 10–13 років у залежності від стану твердих тканин зубів та якісних характеристик водневого показника

Таблиця 2

| Водневий показник, (рН) | Основна група, (n = 62) | | Порівняльна група, (n = 130) | |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | Інтактні зуби, (n = 4) | З карієсом зубів, (n = 58) | Інтактні зуби, (n = 41) | З карієсом зубів, (n = 89) |
| Кисле рН | $\frac{1}{1,62 \pm 0,42}^{**}$ | $\frac{43}{69,35 \pm 5,85}^{*,*}$ | $\frac{12}{9,23 \pm 2,53}$ | $\frac{31}{23,84 \pm 3,73}^{\bullet}$ |
| Нейтральне рН | $\frac{3}{4,84 \pm 2,72}^*$ | $\frac{8}{12,90 \pm 4,25}^*$ | $\frac{25}{19,23 \pm 3,45}$ | $\frac{50}{38,46 \pm 4,26}^{\bullet}$ |
| Лужне рН | – | $\frac{7}{11,29 \pm 4,01}$ | $\frac{4}{3,08 \pm 1,51}$ | $\frac{8}{6,15 \pm 2,10}$ |

Примітки: \bullet $p < 0,01$ – статистично значуща різниця стосовно даних у досліджуваних з інтактними зубами; $*$ $p < 0,01$; $**$ $p < 0,05$ – статистично значуща різниця стосовно даних у порівняльній групі

основної групи при карієсі зубів значення рН ротової рідини при кислому середовищі, було нижче ніж у дітей з інтактними зубами цієї ж групи на 14,63 %, $p < 0,01$, та на 9,50 % ніж у їх однолітків з каріозною хворобою порівняльної групи $p > 0,05$.

При нейтральному рН ротової рідини, значення параметру, що вивчали, коливалось від $6,9 \pm 0,03$ до $6,98 \pm 0,02$ у дітей віком 10-13 років з інтактними зубами основної та порівняльних груп, відповідно, та від $6,86 \pm 0,02$ до $6,89 \pm 0,02$ у досліджуваних з карієсом зубів основної та порівняльних груп відповідно, $p, p_1 > 0,05$.

При лужних властивостях ротової рідини значення рН були найнижчими у 10-13 річних дітей основної групи ($6,90 \pm 0,02$), тоді як, максимальні значення ($7,29 \pm 0,02$) об'єктивізувались у їх однолітків у порівняльній групі з карієсом зубів, $p < 0,01$; $p_1 < 0,05$.

При визначенні буферної ємності ротової рідини у дітей віком 6-9 років в групах дослідження встановлено (табл. 3), що високу/нормальну буферну ємність (БЄ) ротової рідини частіше виявляли у дітей м. Тернополя та області (порівняльна група) ніж у їх однолітків, що були тимчасово переселені внаслідок військових дій (основна група): у 7,7 рази – при інтактних зубах, $p_1 < 0,01$, та у 2,2 рази – при карієсі зубів, $p_1 < 0,05$. При цьому, найбільшу кількість дітей з низькою БЄ ротової рідини реєстрували у основній групі дітей з карієсом –

47,13 \pm 5,35 % досліджуваних, $p < 0,01$, $p_1 < 0,05$, що перевищувало аналогічні дані у дітей з інтактними зубами основної групи – у 5,1 рази та у досліджуваних в порівняльній групі: у 1,9 рази при інтактних зубах та у 1,7 рази при карієсі зубів.

Водночас, дуже низьку БЄ ротової рідини об'єктивізували тільки у 6-9 річних дітей обох груп дослідження з карієсом зубів, кількість яких, у основній групі перевищувала аналогічні дані у порівнянні у 5,0 рази, $p_1 < 0,01$.

Аналіз значень буферної ємності ротової рідини у 6-9 річних дітей груп дослідження показав (табл. 4), що при високій/нормальній БЄ ротової рідини максимальні дані цього параметру реєстрували у дітей порівняльної групи, які були вище ніж у досліджуваних основної групи: на 10,90 % при інтактних зубах, $p_1 < 0,01$, та на 7,34 % при карієзній хворобі, $p < 0,01$, $p_1 < 0,01$.

При низькій БЄ ротової рідини у дітей порівняльної групи значення параметру, що вивчали, коливались від $5,50 \pm 0,05$ % у осіб з інтактними зубами до $5,25 \pm 0,04$ % у дітей з карієсом зубів $p > 0,05$, що у свою чергу, було вище відповідних даних у основній групі: на 7,28 % при інтактних зубах, $p_1 < 0,01$, та на 20,95 % при ураженнях твердих тканин зубів, $p, p_1 < 0,01$. Слід додати, що у 6-9 річних дітей основної групи з карієсом зубів при дуже низькій БЄ ротової рідини значення параметру,

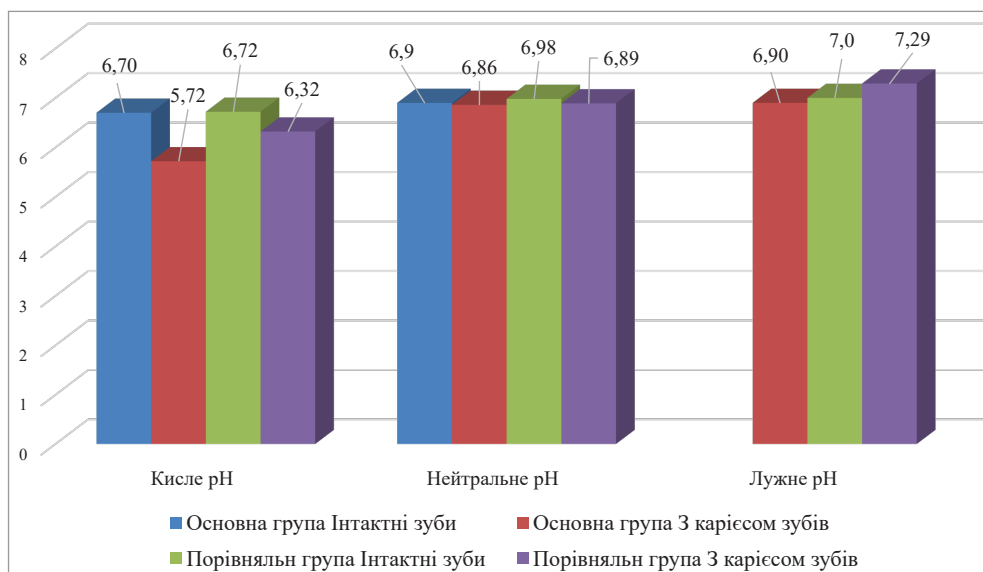


Рис. 2. Значення водневого показнику у ротовій рідині 10-13 річних дітей груп дослідження у залежності від стану твердих тканин зубів

Таблиця 3
Кількісний склад дітей груп дослідження віком 6-9 років залежно від буферної ємності ротової рідини та стану твердих тканин зубів

| Буферна ємність ротової рідини | Основна група, (n = 87) | | | | Порівняльна група, (n = 96) | | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| | Інтактні зуби, (n = 10) | | З карієсом зубів, (n = 77) | | Інтактні зуби, (n = 41) | | З карієсом зубів, (n = 55) | |
| | абс. | M ± m | абс. | M ± m | абс. | M ± m | абс. | M ± m |
| Висока / нормальна | 2 | 2,30 ± 1,60 ** | 9 | 10,34 ± 3,26 **, ** | 17 | 17,71 ± 3,89 | 22 | 22,92 ± 4,28 |
| Низька | 8 | 9,20 ± 3,09 ** | 41 | 47,13 ± 5,35 **, ** | 24 | 25,0 ± 4,41 | 27 | 28,12 ± 4,58 |
| Дуже низька | - | - | 27 | 31,03 ± 4,95* | - | - | 6 | 6,25 ± 2,47 |

Примітки: ** $p < 0,05$ – статистично значуща різниця стосовно даних у досліджуваних з інтактними зубами;
* $p < 0,01$; ** $p < 0,05$ – статистично значуща різниця стосовно даних у порівняльній групі

**Значення буферної ємності ротової рідини (од. рН) у дітей груп дослідження 6–9 років
у залежності від стану твердих тканин зубів**

| Буферна ємність ротової рідини | Основна група, (n = 87) | | Порівняльна група, (n = 96) | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | Інтактні зуби, (n = 10) | З карієсом зубів, (n = 77) | Інтактні зуби, (n = 41) | З карієсом зубів, (n = 55) |
| Висока / нормальна | 6,20 ± 0,05 * | 6,05 ± 0,04 **, * | 6,95 ± 0,06 | 6,55 ± 0,05 • |
| Низька | 5,10 ± 0,02 * | 4,15 ± 0,03 * | 5,50 ± 0,05 | 5,25 ± 0,04 • |
| Дуже низька | – | 3,40 ± 0,02 * | – | 3,87 ± 0,03 |
| Середнє значення у підгрупах | 5,65 ± 0,04 * | 4,53 ± 0,03 • | 6,23 ± 0,06 | 5,22 ± 0,04 • |
| Середнє значення у групах | 5,09 ± 0,04 * | | 5,72 ± 0,05 | |

Примітки: • p<0,01; ** p<0,05 – статистично значуща різниця стосовно даних у досліджуваних з інтактними зубами;

* p<0,01 – статистично значуща різниця стосовно даних у порівняльній групі

що вивчали, було на 12,15 % нижче ніж у їх однолітків у порівняльній групі з каріозною хворобою, p<0,01.

Підсумовуючи отримані дані встановлено, що у дітей 6–9 років основної групи значення буферної ємності ротової рідини було, у середньому, нижче ніж у їх однолітків у порівняльній групі: на 9,31 % у досліджуваних з інтактними зубами та на 13,22 % при карієсі зубів, p, p₁<0,01.

У дітей груп дослідження у віці 10–13 років, високу/нормальну БЄ ротової рідини частіше об'єктивізували у дітей порівняльної групи, кількість яких коливалась від 21,54±3,60 % обстежених з інтактними зубами до 16,15±3,22 % у дітей з каріозними ураженнями, p>0,05. При цьому, у основній групі висока/нормальна буферна ємність ротової рідини не визначалась у досліджуваних з карієсом зубів p, p₁<0,01, натомість, її визначали у 3,22±1,20% досліджуваних цієї ж групи з інтактними зубами (табл. 5).

Низька буферна ємність ротової рідини об'єктивізувалась у 3,22±1,20 % дітей з інтактними зубами основної групи, проти 6,15±2,10 % досліджуваних у порівнянні, p₁>0,05. У той же час, низьку БЄ ротової рідини об'єктивізували у 1,5 рази частіше у 10–13 річних дітей з карієсом зубів ніж у їх однолітків у порівняльній групі, p<0,01, p₁<0,05.

Дуже низьку БЄ ротової рідини досліджували у 32,26±5,93 % 10–13 річних дітей основної групи з карієсом зубів, що перевищувало аналогічні дані у порівняльній групі у 2,9 рази, p<0,01. Привертало увагу, що дуже низьку БЄ ротової рідини об'єктивізували у 3,85±1,68 % дітей з інтактними зубами порівняльної групи, тоді як в основній групі пацієнти з такими показниками були відсутні (p<0,05 за точним критерієм Фішера).

Аналіз значень БЄ ротової рідини у 10–13 річних дітей груп дослідження показав (табл. 6), що при висо-

Таблиця 5

Кількісний склад дітей груп дослідження 10–13 років залежно від якісних характеристик буферної ємності ротової рідини та стану твердих тканин зубів

| Буферна ємність ротової рідини | Основна група, (n = 62) | | | | Порівняльна група, (n = 130) | | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------|----------------------------|-----------------|------------------------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| | Інтактні зуби, (n = 4) | | З карієсом зубів, (n = 58) | | Інтактні зуби, (n = 41) | | З карієсом зубів, (n = 89) | |
| | абс. | M ± m | абс. | M ± m | абс. | M ± m | абс. | M ± m |
| Висока / нормальна | 2 | 3,22 ± 1,20 | – | – | 28 | 21,54 ± 3,60 | 21 | 16,15 ± 3,22 |
| Низька | 2 | 3,22 ± 1,20 | 38 | 61,29±6,18 •,** | 8 | 6,15 ± 2,10 | 54 | 41,54 ± 4,32 • |
| Дуже низька | – | – | 20 | 32,26±5,93 •, * | 5 | 3,85 ± 1,68 | 14 | 10,77 ± 2,71 •• |

Примітки: • p<0,01; •• p<0,05 – статистично значуща різниця стосовно даних у досліджуваних з інтактними зубами;

* p<0,01 – статистично значуща різниця стосовно даних у порівняльній групі

Таблиця 6

Значення буферної ємності ротової рідини у дітей груп дослідження 10–13 років у залежності від стану твердих тканин зубів

| Буферна ємність ротової рідини | Основна група, (n = 62) | | Порівняльна група, (n = 130) | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| | Інтактні зуби, (n = 4) | З карієсом зубів, (n = 58) | Інтактні зуби, (n = 41) | З карієсом зубів, (n = 89) |
| Висока / нормальна | 6,0 ± 0,05 | – | 6,60 ± 0,06 • | 6,25 ± 0,05• |
| Низька | 4,90 ± 0,02 * | 4,05 ± 0,04 •, * | 5,15 ± 0,05 | 4,40 ± 0,04• |
| Дуже низька | – | 3,18 ± 0,03 •, * | 3,90 ± 0,04 | 3,35 ± 0,03• |
| Середнє значення у підгрупах | 5,45 ± 0,03 * | 3,62 ± 0,04 * | 5,21 ± 0,05 | 4,67 ± 0,04• |
| Середнє значення у групах | 4,54 ± 0,04 | | 4,94±0,04 | |

Примітки: • p<0,01 – статистично значуща різниця стосовно даних у досліджуваних з інтактними зубами;

* p<0,01 – статистично значуща різниця стосовно даних у порівняльній групі

кій / нормальній БС ротової рідини значення даного параметру, коливались від мінімальних даних $6,0 \pm 0,05$ у дітей з інтактними зубами основної групи, $p_1 < 0,01$, $p_1 > 0,05$, до максимальних $6,60 \pm 0,06$ у досліджуваних з інтактними зубами порівняльної групи, $p_1 < 0,01$.

Максимальне значення БС ротової рідини при її низькому рівні досліджували у дітей груп дослідження з інтактними зубами. Проте, у дітей основної групи воно було у 4,86 % нижче ніж у досліджуваних з інтактними зубами у порівняльній групі, $p_1 < 0,01$. У дітей основної групи з карієсом зубів, при низькому рівні буферної ємності ротової рідини, значення параметру, яке вивчалось, було на 9,10 % нижче аналогічних даних у дітей з карієсом зубів порівняльної групи, $p_1 < 0,01$.

Значення буферної ємності ротової рідини, які відповідали критерію «дуже низька» об'єктивізувалась тільки у дітей віком 10–13 років з інтактними зубами порівняльної групи та становило $3,90 \pm 0,04$, $p_1 < 0,01$. Водночас, у обстежених з карієсом зубів основної групи значення БС ротової рідини, яке відповідало критерію «дуже низька», було на 5,09 % нижче аналогічних значень у дітей з карієсом зубів порівняльної групи, $p_1 < 0,01$.

При цьому, середні значення буферної ємності ротової рідини у дітей основної групи були нижче аналогічних у порівняльній групі: на 6,06 % при інтактних зубах та на 22,49 % при карієсі зубів, $p_1 < 0,01$.

Таким чином, встановлено, що у 6–9 річних внутрішньо-переміщених дітей (основна група), відзначали зниження значення рН і буферної ємності ротової рідини, які були нижче відповідних даних у їх однолітків, що постійно проживали у м. Тернопіль та області (порівняльна група) на 4,0 % та на 10,38 % відповідно, $p_1 < 0,01$. При цьому, у 10–13 річних дітей з карієсом зубів основної групи середні значення рН і буферної ємності ротової рідини були на 3,97 % та на 8,10 % нижче ніж у обстежених порівняльної групи, $p_1 < 0,01$.

Обговорення. Отримані нами результати переконливо доводять, що статус внутрішньо переміщеної особи (ВПО) супроводжується глибокими порушеннями гомеостазу порожнини рота у дітей. На репрезентативній вибірці ми зафіксували достовірне погіршення ключових маркерів карієсрезистентності – водневого показника та буферної ємності ротової рідини – у дітей-ВПО віком 6–13 років порівняно з постійними мешканцями регіону.

Ключовою знахідкою є стійке закислення слини у внутрішньо переміщених дітей. Так, кисле середовище діагностовано у понад 70 % дітей-ВПО з карієсом в обох вікових підгрупах, що у 3,5–5,7 раза перевищує показники місцевих однолітків. З клінічної та патофізіологічної точок зору, це прямий наслідок пролонгованого стресу. Гіперсимпатикотонія, викликана

війною, міграцією та соціальною дезадаптацією, пригнічує секрецію слинних залоз. Зниження швидкості саливації на тлі можливих змін у раціоні створює ідеальні умови для ферментації вуглеводів карієсогенною мікрофлорою. Критичне падіння рН стає пусковим механізмом швидкої демінералізації незрілої емалі у період змінного прикусу [12].

Ще більш тривожним прогностичним фактором є виснаження буферних систем ротової рідини. У старшій віковій групі (10–13 років) дітей-ВПО з карієсом нормальна буферна ємність не визначалася взагалі, натомість її критично низький рівень фіксувався втричі частіше (32,26 %), ніж у контрольній групі. Загальне падіння цього показника на 22,49 % свідчить про повний зрив адаптаційно-компенсаторних механізмів. Власні захисні системи слини у цих дітей виявилися неспроможними протистояти кислотному навантаженню [13].

Попри певні обмеження нашого дослідження, зумовлені його крос-секційним дизайном (одномоментною фіксацією показників), високий рівень статистичної значущості виявлених відмінностей дозволяє зробити однозначний висновок. Внутрішньо переміщені діти перебувають у зоні високого ризику розвитку агресивного, швидкопрогресуючого карієсу. Це вимагає негайної адаптації стандартних стоматологічних протоколів для даного контингенту з обов'язковим акцентом на екзогенну регуляцію кислотно-лужного балансу, стимуляцію саливації та інтенсивну ремінералізуючу терапію.

Висновки. Отже, результати проведеного клініко-лабораторного дослідження дають підстави для однозначного висновку: вимушене внутрішнє переміщення дітей внаслідок військових дій є критичним фактором, що руйнує фізіологічний гомеостаз порожнини рота. Доведено, що у дітей-ВПО віком 6–13 років відбувається глибоке і достовірне зниження природної карієсрезистентності, яке інструментально підтверджується стійким закисленням ротової рідини та патологічним виснаженням її буферних систем. Особливе клінічне занепокоєння викликає практично повна втрата здатності слини до нейтралізації кислот у переміщених дітей старшого шкільного віку (10–13 років) на тлі вже існуючого карієсу. Усвідомлення цих патофізіологічних змін вимагає від стоматологічної спільноти перегляду існуючих стратегій, оскільки стандартні лікувально-профілактичні підходи до ведення карієсу для цієї вразливої когорти пацієнтів є об'єктивно недостатніми.

Перспективи подальших досліджень. Перспективою подальших наукових пошуків є розробка та клінічна апробація патогенетично-обґрунтованих лікувально-профілактичних комплексів, здатних компенсувати виявлене виснаження буферних систем слини та ефективно зберегти стоматологічне здоров'я дітей, які зазнали важкого досвіду вимушеного переміщення.

REFERENCES

1. Wen PYF, Chen MX, Zhong YJ, Dong QQ, Wong HM. Global Burden and Inequality of Dental Caries, 1990 to 2019. *Journal of Dental Research*. 2022;101(4):392–399. <https://doi.org/10.1177/00220345211056247>
2. Solyman M, Schmidt-Westhausen AM. Oral health status among newly arrived refugees in Germany: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2018;18(1):132. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0600-9>
3. Pedersen AML, Sørensen CE, Proctor GB, Carpenter GH, Ekström J. Salivary secretion in health and disease. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2018;45(9):730–746. <https://doi.org/10.1111/joor.12664>

-
4. Takahashi N, Nyvad B. The Role of Bacteria in the Caries Process: Ecological Perspectives. *Journal of Dental Research*. 2011;90(3):294–303. <https://doi.org/10.1177/0022034510379602>
 5. Carvalho JC. Caries process on occlusal surfaces: evolving evidence and understanding. *Caries Research*. 2014;48(4):339–346. <https://doi.org/10.1159/000356307>
 6. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*. 2013;310(20):2191–2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
 7. Petersen PE, Baez RJ. *Oral health surveys: basic methods – 5th edition*. Geneva: World Health Organization. 2013;1–137.
 8. Navazesh M, Kumar SK. Measuring salivary flow: challenges and opportunities. *The Journal of the American Dental Association*. 2008;139 Suppl:35S–40S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0353>
 9. Dipalma G, Inchingolo F, Patano A, Guglielmo M, Palumbo I, Campanelli M, Inchingolo AD, Malcangi G, Palermo A, Tartaglia FC, Minetti E, Inchingolo AM. Dental erosion and the role of saliva: a systematic review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27(21):10651-10660. <https://www.europeanreview.org/article/34345>
 10. Malathi N, Mythili S, Vasanthi HR. Salivary Diagnostics: A Brief Review. *ISRN Dentistry*. 2014;2014:158786. <https://doi.org/10.1155/2014/158786>
 11. Kim HY. Statistical notes for clinical researchers: Chi-squared test and Fisher’s exact test. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2017;42(2):152–155. <https://doi.org/10.5395/rde.2017.42.2.152>
 12. Ahmad P, Hussain A, Carrasco-Labra A, Siqueira WL. Salivary Proteins as Dental Caries Biomarkers: A Systematic Review. *Caries Res*. 2022;56(4):385-398. <https://doi.org/10.1159/000526942>
 13. Pedersen AML, Sørensen CE, Proctor GB, Carpenter GH, Ekström J. Salivary secretion in health and disease. *J Oral Rehabil*. 2018;45(9):730-746. <https://doi.org/10.1111/joor.12664>

Дата першого надходження статті до видання: 15.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Трохимець Юлія Володимирівна,
асистент кафедри ортодонції,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
ORCID ID: 0009-0004-2936-9263
SCOPUS ID: 58695813500
м. Київ, Україна

Канюра Олександр Андрійович,
доктор медичних наук, професор,
проректор з науково-педагогічної та лікувальної роботи,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
ORCID ID: 0000-0002-6926-6283
SCOPUS ID: 57219116976
м. Київ, Україна

ОЦІНКА ЯКОСТІ ЖИТТЯ, ПОВ'ЯЗАНОГО ЗІ СТОМАТОЛОГІЧНИМ ЗДОРОВ'ЯМ (OHRQoL), У ПАЦІЄНТІВ З ВІДКРИТИМ ПРИКУСОМ В ПЕРІОДІ ПОСТІЙНОЇ ОКЛЮЗІЇ

Вступ. Зубоцелепні аномалії чинять вплив на стан стоматологічного, психологічного та загальносоматичного здоров'я. Дослідження впливу складної ортодонтичної патології (відкритого прикусу) на показники якості життя, пов'язані зі здоров'ям порожнини рота (OHRQoL), допомагає визначити потреби і мотивації пацієнта в лікуванні.

Мета. Вивчити вплив відкритого прикусу в періоді постійної оклюзії на показник якості життя, пов'язаної із стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), з урахуванням вікової групи та статі.

Матеріали та методи. Досліджено показник якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям, 53 пацієнтів з відкритим прикусом віком 12–44 років (12–17 років (діти, підлітки) та 18–44 (дорослі, особи молодого віку)). Для аналізу OHRQoL використано профіль впливу на здоров'я порожнини рота (OHIP-14). Статистичну обробку даних проведено в програмі «EZR» (R-statistic, R-4.4.2., v. 1.68). Визначено середнє значення та стандартне відхилення « $M \pm SD$ » основних показників. При порівнянні двох вибірок застосовано критерій Ст'юдента та критерій Т-Вілкоксона. Статистично значущими були прийняті відмінності при значеннях ризику помилки $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Загальний рівень OHRQoL досліджуваних становив – $19,55 \pm 2,83$ балів, що оцінюється як «середній». Серед дорослих показники доменів «Фізичний біль» ($p=0,011$), «Фізичні обмеження» ($p=0,012$) та скарг на «Дискомфорт під час жування» ($p=0,005$), «Незадоволеність їжею» ($p=0,031$) та «Труднощі з розслабленням» ($p=0,038$) були достовірно вищими за аналогічні показники в дітей та підлітків. Показник OHRQoL чоловіків ($17,9 \pm 2,56$ бали, високий рівень) достовірно відрізнявся за OHRQoL жінок ($21,2 \pm 2$ бали, середній рівень). ($p < 0,001$) Серед жінок значення доменів «Фізичний біль» ($p < 0,001$), «Психологічний дискомфорт» ($p=0,002$), «Психологічні обмеження» ($p < 0,001$) та параметрів «Труднощі з вимовою слів» ($p=0,010$), «Біль у роті» ($p=0,043$), «Дискомфорт під час жування» ($p=0,005$), «Відчуття занепокоєння/тривоги» ($p=0,043$), «Відчуття напруження» ($p=0,022$), «Сором через проблеми з ротовою порожниною» ($p < 0,001$) були достовірно вищими, тоді як в чоловіків – достовірно вищий рівень «Незадоволення їжею» ($p=0,029$).

Висновки. Вивчено вплив відкритого прикусу в періоді постійної оклюзії на показник якості життя, пов'язаної із стоматологічним здоров'ям (OHRQoL) з урахуванням вікової групи та статі. Встановлено провідні домени та скарги, які значно впливають на показник OHRQoL як у віковому, так і у гендерному аспекті.

Ключові слова. Оцінка якості життя, здоров'я людини, зубоцелепні аномалії, відкритий прикус, постійна оклюзія, OHRQoL, ортодонтичне лікування.

Trokhimets Yulia Volodymyrivna, Assistant at the Department of Orthodontics, Bogomolets National Medical University; ORCID ID: 0009-0004-2936-9263, Kyiv, Ukraine

Kaniura Olexandr Andriyovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Scientific, Pedagogical and Medical Work, Bogomolets National Medical University; ORCID ID: 0000-0002-6926-6283, Kyiv, Ukraine

ASSESSMENT OF ORAL-HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE (OHRQoL) IN PATIENTS WITH OPEN BITE DURING PERMANENT DENTITION

Introduction. Malocclusions affect dental, psychological, and general somatic health. Studying the impact of complex orthodontic pathology (open bite) on oral-health-related quality of life (OHRQoL) helps to determine the patient's needs and motivation for treatment.

Objective. To study the impact of open bite during permanent dentition on oral-health-related quality of life taking into account age group and gender.

© Трохимець Ю. В., Канюра О. А., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Materials and methods. The oral-health-related quality of life (OHRQoL) index was studied in 53 patients with open bite aged 12–44 years (12–17 years (children, adolescents) and 18–44 (adults, young people). The Oral Health Impact Profile (OHIP-14) was used to analyze OHRQoL. Statistical data processing was carried out in the program «EZR» (R-statistic, R-4.4.2., v. 1.68). The mean value and standard deviation «M±SD» of the main indicators were determined. When comparing two samples, the Student's test and the T-Wilcoxon test were used. Differences were considered statistically significant at error risk values $p < 0.05$.

Research results and their discussion. The overall level of OHRQoL for the subjects was -19.55 ± 2.83 points, which is considered «average». Among adults, the indicators of the domains «Physical pain» ($p=0.011$), «Physical Disability» ($p=0.012$) and complaints of «Discomfort during chewing» ($p=0.005$), «Dissatisfaction with the food» ($p=0.031$) and «Difficulty with relaxation» ($p=0.038$) were significantly higher than the similar indicators in children and adolescents. The OHRQoL score for men (17.9 ± 2.56 points, high level) was significantly lower than that for women (21.2 ± 2 points, average level). ($p < 0.001$) Among women, the values of the domains «Physical pain» ($p < 0.001$), «Psychological discomfort» ($p=0.002$), «Psychological Disability» ($p < 0.001$) and the parameters «Difficulty with words pronunciation» ($p=0.010$), «Pain in the mouth» ($p=0.043$), «Discomfort during chewing» ($p=0.005$), «Feeling of anxiety/worry» ($p=0.043$), «Feeling of tension» ($p=0.022$), «Embarrassing because of problems with the oral cavity» ($p < 0.001$) were significantly higher in women, while in men – a significantly higher level of «Dissatisfaction with the food» ($p=0.029$).

Conclusions. The influence of open bite during the permanent dentition on oral-health-related quality of life (OHRQoL) was studied, taking age group and gender into account. Leading domains and complaints were identified that significantly affect the OHRQoL indicator across age and gender.

Key words. Assessment of quality of life, human health, malocclusions, open bite, permanent dentition, OHRQoL, orthodontic treatment.

Вступ. Зубощелепні аномалії (ЗЩА) є основними стоматологічними захворюваннями, що підтверджуються стабільно високими показниками розповсюдженості як серед дітей та підлітків, так і серед дорослих. Вони чинять вплив на стан стоматологічного, психологічного та загальносоматичного здоров'я, процес становлення особистості та соціального статусу, що завдає значних медичних, соціальних та економічних збитків [1, 2]. Вплив ЗЩА може викликати психологічні розлади вже в підлітковому віці [3].

Для оцінки впливу стоматологічної патології на якість життя пацієнтів було розроблено концепцію якості життя, що пов'язана зі здоров'ям порожнини рота (Oral Health-related Quality of Life, OHRQoL). OHRQoL описує вплив стану ротової порожнини та ефект стоматологічного лікування на пацієнтів. На цю концепцію впливають вік, стать та стан здоров'я пацієнта, а також його психологічний стан та соціальні стосунки [4, 5]. Проведення аналізу OHRQoL в ортодонтичних пацієнтів рекомендують розглядати як частину діагнозу пацієнта та використовувати для вивчення потреби і мотивації пацієнта в лікуванні [6–9].

Відкритий прикус є однією з найскладніших ЗЩА для лікування. Його етіологія є багатофакторною, на неї впливають проблеми зі скелетом, зубами та м'якими тканинами ротової порожнини. Варіанти лікування варіюються залежно від віку пацієнта та причинних факторів [6, 10, 11].

Низкою досліджень доведено достовірний вплив відкритого прикусу на такі компоненти OHRQoL, як збентеження, усвідомлення свого зовнішнього вигляду, дискомфорт під час їжі, біль в роті та проблеми з мовленням, незадоволеність життям, нездатність до діяльності в різних за віком, статтю та регіоном проживання групах підлітків та дорослих [6, 10, 12, 13]. При цьому суперечливими залишаються результати впливу статі та віку на досліджувані показники.

Тому, продовження дослідження впливу складної ортодонтичної патології (відкритого прикусу) в періоді постійної оклюзії на показники якості життя, що пов'язана зі здоров'ям порожнини рота (OHRQoL), особливо з урахуванням вікової групи та статі досліджуваних є актуальним.

Мета дослідження – вивчити вплив відкритого прикусу в періоді постійної оклюзії на показник якості життя пов'язаної із стоматологічним здоров'ям (OHRQoL) з урахуванням вікової групи та статі.

Матеріали та методи. В дослідженні прийняли участь 53 пацієнта з відкритим прикусом віком 12–44 роки, мешканці м. Києва та Київської області, які були відібрані після ортодонтичного обстеження 924 підлітків та дорослих з метою визначення розповсюдженості ЗЩА в постійному періоді прикусу. Критеріями включення в дослідження були постійний період прикусу, вік обстежених (12–17 років (діти, підлітки) та 18–44 (дорослі, особи молодого віку) – відповідно до вікової класифікації за ВОЗ), чіткі ознаки відкритого прикусу під час клінічного обстеження. Критерії виключення – змішаний період прикусу; мезіальне співвідношення перших постійних молярів; аномалії прикусу в трансверзальній та сагітальній площинах.

Для аналізу впливу відкритого прикусу на показник якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), було використано профіль впливу на здоров'я порожнини рота (OHIP) [8, 10]. Анкета OHIP-14 містить 14 питань, які об'єднані в 7 блоків, які використовуються для аналізу здоров'я порожнини рота з урахуванням показників болю, психологічного дискомфорту, функціональної, фізичної, психологічної та соціальної обмеженості. Оціночна шкала для кожного питання має градацію від 0 до 4 (0 – ніколи, 1 – рідко, 2 – іноді, 3 – часто, 4 – дуже часто). Якість життя оцінювалася як висока якщо сума балів усіх відповідей була < 19 балів, середньою – $19–37$ балів та низькою – $38–56$ балів [14].

Статистичну обробку отриманих в результаті дослідження даних було проведено в програмі «EZR» (R-statistic, R-4.4.2., v. 1.68). Для перевірки вибірок на нормальність розподілу використовували тест Шапіро-Вілکا. За нормального розподілу даних було визначено середнє значення та стандартне відхилення «M±SD», в інших випадках – медіану та міжквартильний інтервал. При порівнянні двох вибірок за нормального закону розподілу було застосовано критерій Ст'юдента, у випадку відмінного від нормального розподілу – непараметричний критерій Т-Вілкоксона.

Статистично значущими було прийнято відмінності при значеннях ризику помилки $p < 0,05$ [15].

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз анкет ОНІР-14 дозволив оцінити рівень якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), пацієнтів із відкритим прикусом в періоді постійної оклюзії з урахуванням вікової групи та статі. Результати аналізу представлено в табл. 1 та 2.

Середній вік досліджуваних пацієнтів ($n=53$) становив $23,3 \pm 8,01$ роки, а рівень якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL) – $19,55 \pm 2,83$ балів, що оцінюється як «середній». Середні значення доменів ОНІР-14 знаходилися в межах 0,99-1,61. Найвищі показники ОНІР-14 було зафіксовано в доменах «Психологічні обмеження» ($1,61 \pm 0,75$) та «Фізичний біль» ($1,54 \pm 0,57$). Найвищі значення окремих параметрів (скарг) загалом було зафіксовано для показників «Труднощі з вимовою слів» ($2,11 \pm 0,54$), «Незадоволеність життям» ($1,87 \pm 0,73$) та «Сором через проблеми з ротовою порожниною» ($1,83 \pm 0,83$). (Табл. 1)

Також було проведено порівняння отриманих результатів в різних вікових групах пацієнтів – 12–17 років (діти та підлітки) та 18–44 роки – (дорослі, особи молодого віку). Середній вік досліджуваних достовірно відрізнявся та становив

$15,45 \pm 1,53$ років для 12-17-річних та $28,8 \pm 5,73$ років для 18-44-річних. ($p < 0,001$)

Рівень якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), 12–17-річних пацієнтів оцінювався як «середній» ($19,14 \pm 3,5$). Найвищими значеннями доменів серед опитаних дітей та підлітків були «Інвалідність» ($1,61 \pm 0,78$) та «Психологічні обмеження» ($1,59 \pm 0,84$). Найвищий рівень впливу на OHRQoL в даній віковій групі чинять «Труднощі з вимовою слів» ($2,14 \pm 0,77$), «Незадоволеність життям» ($2,05 \pm 0,79$) та «Сором через проблеми з ротовою порожниною» ($2 \pm 0,87$).

Дорослі пацієнти (18–44 роки) також оцінили свій рівень якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), як «середній» ($19,84 \pm 2,25$), що було на 4 % недостовірно вище порівняно із дітьми та підлітками ($p = 0,414$). Найбільш впливовими доменами на рівень OHRQoL в дорослих є «Фізичний біль» ($1,66 \pm 0,6$) та «Психологічні обмеження» ($1,63 \pm 0,68$), окремими параметрами – «Труднощі з вимовою слів» ($2,1 \pm 0,3$), «Дискомфорт під час жування» ($1,77 \pm 0,67$) та «Незадоволеність життям» ($1,74 \pm 0,68$).

При порівнянні значень основних доменів ОНІР-14 досліджуваних вікових груп було встановлено, що серед дорослих показники «Фізичного болю»

Таблиця 1

Загальна характеристика та вікові відмінності рівня якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), пацієнтів із відкритим прикусом в періоді постійної оклюзії

| Показник | Вікова група | | | p-Value |
|---|--------------|-------------------|------------------|---------------|
| | 12–44 | 12–17 | 18–44 | |
| Кількість, Стать (Ж/Ч) | 53 (26/27) | 22 (12/10) | 31 (14/17) | |
| Середній вік | 23,3±8,01 | 15,45±1,53 | 28,8±5,73 | <0,001* |
| Функціональні обмеження | 1,38±0,9 | 1,39±0,99 | 1,37±0,83 | 0,736 |
| 1. Труднощі з вимовою слів | 2,11±0,54 | 2,14±0,77 | 2,1±0,3 | 0,421 |
| 2. Труднощі з відчуттям смаку | 0,64±0,48 | 0,64±0,49 | 0,65±0,49 | 0,949 |
| Фізичний біль | 1,54±0,57 | 1,36±0,49 | 1,66±0,6 | 0,011* |
| 3. Біль у роті | 1,51±0,5 | 1,46±0,51 | 1,55±0,51 | 0,509 |
| 4. Дискомфорт під час жування | 1,57±0,64 | 1,27±0,46 | 1,77±0,67 | 0,005* |
| Психологічний дискомфорт | 1,44±0,5 | 1,48±0,51 | 1,42±0,5 | 0,558 |
| 5. Відчуття занепокоєння/тривоги | 1,43±0,5 | 1,5±0,51 | 1,39±0,5 | 0,421 |
| 6. Відчуття напруження | 1,45±0,5 | 1,45±0,51 | 1,45±0,51 | 0,983 |
| Фізичні обмеження | 1,35±0,55 | 1,18±0,45 | 1,47±0,59 | 0,012* |
| 7. Незадоволеність їжею | 1,42±0,63 | 1,18±0,5 | 1,58±0,67 | 0,031* |
| 8. Раптове припинення жування | 1,28±0,45 | 1,18±0,39 | 1,35±0,49 | 0,174 |
| Психологічні обмеження | 1,61±0,75 | 1,59±0,84 | 1,63±0,68 | 0,610 |
| 9. Труднощі з розслабленням | 1,4±0,6 | 1,18±0,59 | 1,55±0,57 | 0,038* |
| 10. Сором через проблеми з ротовою порожниною | 1,83±0,83 | 2±0,87 | 1,71±0,78 | 0,224 |
| Соціальні обмеження | 0,99±0,62 | 0,95±0,65 | 1,02±0,61 | 0,618 |
| 11. Дратівливість | 1,38±0,49 | 1,36±0,49 | 1,39±0,5 | 0,864 |
| 12. Труднощі з виконанням щоденних справ | 0,6±0,49 | 0,55±0,51 | 0,65±0,5 | 0,475 |
| Інвалідність | 1,46±0,73 | 1,61±0,78 | 1,35±0,68 | 0,079 |
| 13. Незадоволеність життям | 1,87±0,73 | 2,05±0,79 | 1,74±0,68 | 0,153 |
| 14. Важко щось робити | 1,06±0,46 | 1,18±0,5 | 0,97±0,41 | 0,009 |
| Загальний результат | 19,55±2,83 | 19,14±3,5 | 19,84±2,25 | 0,414 |

Примітка: * p-value < 0.05

(1,66±0,6) та «Фізичних обмежень» (1,47±0,59) були, відповідно, на 22 % та 25 % достовірно вищими за аналогічні показники в дітей та підлітків (1,36±0,49, $p=0,011$; 1,18±0,45, $p=0,012$). Також в дорослих було зафіксовано достовірно вищий рівень скарг на «Дискомфорт під час жування» (1,77±0,67, 39 %, $p=0,005$), «Незадоволеність їжею» (1,58±0,67, 34 %, $p=0,031$) та «Труднощі з розслабленням» (1,55±0,57, 31 %, $p=0,038$).

Також було проведено аналіз впливу відкритого прикусу на рівень якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), досліджуваних чоловіків та жінок. Результати аналізу представлені в табл. 2.

Показник рівня якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), обстежених чоловіків ($n=27$, 17,9±2,56 бали, високий рівень) виявився на 18,4 % достовірно вищим на аналогічний результат серед жінок ($n=26$, 21,2±2 бали, середній рівень). ($p<0,001$) Достовірної відмінності середнього віку досліджуваних чоловіків (23,5±8) та жінок (23,08±8,19) встановлено не було. ($p=0,728$)

Серед жінок найбільш впливовими доменами на рівень OHRQoL були «Психологічні обмеження» (1,87±0,74) та «Фізичний біль» (1,73±0,56), серед чоловіків – «Фізичні обмеження» (1,44±0,66); окремими параметрами серед жінок – «Труднощі з вимовою слів» (2,31±0,47), «Сором через проблеми з ротовою порожниною» (2,27±0,72) та «Незадоволеність життям» (2,04±0,72), серед чоловіків – «Труднощі

з вимовою слів» (1,93±0,55), «Незадоволення їжею» (1,74±0,71) та «Незадоволеність життям» (1,7±0,72).

Середні значення доменів ОНІР-14 «Фізичний біль» (1,73±0,56), «Психологічний дискомфорт» (1,6±0,5), «Психологічні обмеження» (1,87±0,74) серед жінок були, відповідно, на 28 %, 23% та 36,5 % достовірно вищими за аналогічні показники серед чоловіків (1,35±0,52, $p<0,001$; 1,3±0,46, $p=0,002$; 1,37±0,68, $p<0,001$).

При аналізі окремих скарг було встановлено, що жінки мають достовірно вищий рівень «Труднощів з вимовою слів» (19,2 %, 2,31±0,47, $p=0,010$), «Болю у роті» (20,4 %, 1,65±0,49, $p=0,043$), «Дискомфорту під час жування» (36 %, 1,81±0,63, $p=0,005$), «Відчуття занепокоєння/тривоги» (21,5 %, 1,58±0,5, $p=0,043$), «Відчуття напруження» (24,6 %, 1,62±0,5, $p=0,022$), «Сорому через проблеми з ротовою порожниною» (61 %, 2,27±0,72, $p<0,001$), тоді як чоловіки – достовірно вищий рівень «Незадоволення їжею» (33 %, 1,74±0,71, $p=0,029$).

Висновки. Вивчено вплив відкритого прикусу в періоді постійної оклюзії на показник якості життя, пов'язаної із стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), з урахуванням вікової групи та статі. Загальний OHRQoL обстежених (19,55±2,83) оцінюється як «середній». Серед дорослих віком 18-44 роки встановлено достовірно вищі показники доменів ОНІР-14 «Фізичний біль» ($p=0,011$) та «Фізичні обмеження» ($p=0,012$), а також скарг на «Дискомфорт під час

Таблиця 2

Гендерні відмінності рівня якості життя, пов'язаного зі стоматологічним здоров'ям (OHRQoL), пацієнтів із відкритим прикусом в періоді постійної оклюзії

| Показник Стать (Ж/Ч) | Група | | p-Value |
|---|------------------|------------------|-------------------|
| | Ж | Ч | |
| Вік | 23,08±8,19 | 23,5±8 | 0,728 |
| Кількість, n | 26 | 27 | |
| Функціональні обмеження | 1,54±0,9 | 1,22±0,88 | 0,110 |
| 1. Труднощі з вимовою слів | 2,31±0,47 | 1,93±0,55 | 0,010* |
| 2. Труднощі з відчуттям смаку | 0,77±0,43 | 0,52±0,51 | 0,064 |
| Фізичний біль | 1,73±0,56 | 1,35±0,52 | <0,001* |
| 3. Біль у роті | 1,65±0,49 | 1,37±0,49 | 0,043* |
| 4. Дискомфорт під час жування | 1,81±0,63 | 1,33±0,55 | 0,005* |
| Психологічний дискомфорт | 1,6±0,5 | 1,3±0,46 | 0,002* |
| 5. Відчуття занепокоєння/тривоги | 1,58±0,5 | 1,3±0,47 | 0,043* |
| 6. Відчуття напруження | 1,62±0,5 | 1,3±0,47 | 0,022* |
| Фізичні обмеження | 1,25±0,48 | 1,44±0,66 | 0,172 |
| 7. Незадоволення їжею | 1,31±0,55 | 1,74±0,71 | 0,029* |
| 8. Раптове припинення жування | 1,19±0,4 | 1,15±0,46 | 0,743 |
| Психологічні обмеження | 1,87±0,74 | 1,37±0,68 | <0,001* |
| 9. Труднощі з розслабленням | 1,46±0,51 | 1,33±0,68 | 0,419 |
| 10. Сором через проблеми з ротовою порожниною | 2,27±0,72 | 1,41±0,69 | <0,001* |
| Соціальні обмеження | 1,08±0,62 | 0,91±0,62 | 0,163 |
| 11. Дратівливість | 1,46±0,51 | 1,3±0,47 | 0,222 |
| 12. Труднощі з виконанням щоденних справ | 0,7±0,47 | 0,52±0,51 | 0,206 |
| Інвалідність | 1,56±0,8 | 1,37±0,65 | 0,155 |
| 13. Незадоволеність життям | 2,04±0,72 | 1,7±0,72 | 0,093 |
| 14. Важко щось робити | 1,08±0,56 | 1,04±0,34 | 0,715 |
| Загальний результат | 21,2±2 | 17,9±2,56 | <0,001* |

Примітка: * p-value<0.05

жування» ($p=0,005$), «Незадоволеність їжею» ($=0,031$) та «Труднощі з розслабленням» ($p=0,038$) порівняно з аналогічними показниками серед дітей/підлітків 12–17 років.

Серед жінок виявлено достовірно вищі значення доменів «Фізичний біль» ($p<0,001$), «Психологічний дискомфорт» ($p=0,002$), «Психологічні обмеження»

($p<0,001$) та скарг на «Труднощі з вимовою слів» ($p=0,010$), «Біль у роті» ($p=0,043$), «Дискомфорт під час жування» ($p=0,005$), «Відчуття занепокоєння / тривоги» ($p=0,043$), «Відчуття напруження» ($p=0,022$), «Сором через проблеми з ротовою порожниною» ($p<0,001$), серед чоловіків – достовірно вищий рівень «Незадоволення їжею» ($p=0,029$).

REFERENCES

1. Leck R, Paul N, Rolland S, Birnie D. The consequences of living with a severe malocclusion: a review of the literature. *Journal of Orthodontics*. 2022;49(2):228–39. DOI: 10.1177/14653125211042891
2. Trokhymets YuV, Rashchenko NV, Sorochenko HV. Analysis of the impact of malocclusion in the vertical dimension on dental and general somatic status in permanent dentition (literature review). *Kharkiv Dental Journal*. 2025;2(4(6)):773–788. DOI: 10.26565/3083-5607-2025-6-20
3. Bittencourt JM, Martins LP, Bendo CB, Vale MP, Paiva SM. Negative effect of malocclusion on the emotional and social well-being of Brazilian adolescents: a population-based study. *Eur J Orthod*. 2017;39(6):628–633. DOI: 10.1093/ejo/cjx020.
4. Abdul Majid ZS, Abidia RF. Effects of malocclusion on oral health related quality of life (OHRQOL): a critical review. *ESJ [Internet]*. 2015Jul.31 [cited 2026Mar.4];11(21). Available from: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/6007>
5. Sun L, Wong HM, McGrath CP. Relationship Between the Severity of Malocclusion and Oral Health Related Quality of Life: A Systematic Review and Meta-analysis. *Oral Health Prev Dent*. 2017;15(6):503–517. DOI: 10.3290/j.ohpd.a38994.
6. Altouki NH, Albrahim MA, Hassan AH, Natto ZS, Alhajrasi MK. Oral Health-Related Quality of Life of Saudi Young Adults with Vertical Discrepancies in Occlusion. *Patient Prefer Adherence*. 2020;14:1021–1026. DOI: 10.2147/PPA.S235141.
7. Ao H, Deng X, She Y, Wen X, Wu Q, Chen F, Gao X. A biopsychosocial-cultural model for understanding oral-health-related quality of life among adolescent orthodontic patients. *Health Qual Life Outcomes*. 2020;18(1):86. DOI: 10.1186/s12955-020-01334-y.
8. Zheng DH, Wang XX, Su YR, Zhao SY, Xu C, Kong C, Zhang J. Assessing changes in quality of life using the Oral Health Impact Profile (OHIP) in patients with different classifications of malocclusion during comprehensive orthodontic treatment. *BMC Oral Health*. 2015;15:148. DOI: 10.1186/s12903-015-0130-7
9. Liakhovska A, Smahliuk L, Pekhno V. Zalezhnist otsinky yakosti zhyttia patsientiv vid stanu zubo-shchelepnoi systemy. Aktualni problemy suchasnoi medytsyny: Visnyk Ukrainskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii. 2025;25(1):220–225. DOI: 10.31718/2077-1096.25.1.220 [In Ukrainian]
10. Curto A, Albaladejo A, Alvarado-Lorenzo A. Oral-Health-Related Quality of Life (OHRQoL) and Anterior Open Bite in Adult Patients: A Case-Control Study. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(1):129. DOI: 10.3390/healthcare10010129
11. Laudadio C, Inchingolo AD, Malcangi G, Limongelli L, Marinelli G, Coloccia G, Montenegro V, Patano A, Inchingolo F, Bordea IR, Scarano A, Greco Lucchina A, Lorusso F, Inchingolo AM, Dipalma G, Di Venere D, Laforgia A. Management of anterior open-bite in the deciduous, mixed and permanent dentition stage: a descriptive review. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2021 Mar-Apr;35(2 Suppl. 1):271–281. DOI: 10.23812/21-2suppl-27.
12. Silvola AS, Närhi L, Tolvanen M, Pirttiniemi P. Gender-specific associations of malocclusion traits with oral health-related quality of life in a Finnish adult population. *Eur J Orthod*. 2020;42(3):242–249. DOI: 10.1093/ejo/cjz026.
13. Masood M, Suominen AL, Pietila T, Lahti S. Malocclusion traits and oral health-related quality of life in Finnish adults. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2017;45(2):178–188. DOI: 10.1111/cdoe.12276.
14. Zucoloto ML, Maroco J, Campos JA. Impact of oral health on health-related quality of life: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2016;16(1):55. DOI: 10.1186/s12903-016-0211-2.
15. Hurianov VH, Liakh YI, Parii VD, Korotkyi OV, Chalyi OV, Chalyi KO, et al. Posibnyk z biostatystyky. Analiz rezultativ medychnykh doslidzhen u paketi EZR(R-Statistics): navch. posib. Kyiv: Vistka; 2018. 208 s. [In Ukrainian]

Дата першого надходження статті до видання: 17.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті:

Хащевацький Андрій Віталійович,
аспірант кафедри терапевтичної та
дитячої стоматології,
Національний університет охорони здоров'я України
імені П. Л. Шупика
ORCID: 0009-0002-5871-5642
Hashevatskiy@gmail.com
м. Київ, Україна

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ТА ПРОГНОСТИЧНІ КРИТЕРІЇ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЗДОРОВ'Я У ПАЦІЄНТІВ ПІДЛІТКОВОГО ТА ЮНАЦЬКОГО ВІКУ В ХОДІ ОРТОДОНТИЧНОГО ЛІКУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛАЙНЕРІВ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Вступ. Зубощелепні аномалії є одними із найпоширеніших видів стоматологічної патології серед підлітків та осіб юнацького віку, сягаючи поширеності в Україні 65,7–83,3%, що зумовлює стабільно зростаючий попит на ортодонтичне лікування. Ортодонтичне лікування із використанням елайнерів (clear aligner therapy, CAT) набуло широкого застосування завдяки насамперед естетичним перевагам. Водночас питання стоматологічного здоров'я підлітків при CAT залишається дискусійним, а прогностичні критерії розвитку ускладнень потребують систематизації.

Мета. Систематизація сучасних даних щодо впливу ортодонтичних елайнерів на стан пародонта, твердих тканин зубів, орального мікробіому та якості стоматологічно зумовленого життя у пацієнтів підліткового та юнацького віку.

Матеріали і методи. Аналітичний огляд літератури з використанням баз даних PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science та Cochrane Library за 2018–2025 рр. Критерії включення: проспективні та ретроспективні клінічні дослідження, рандомізовані контрольовані дослідження (РКД), систематичні огляди та метааналізи.

Результати. CAT забезпечує достовірно кращі пародонтальні показники порівняно з незмінною апаратурою, проте не усуває ризику гінгівіту, частота якого у підлітків достовірно перевищує таку у дорослих ($p < 0,05$). Вогнищева демінералізація емалі (white spot lesions, WSL) зустрічається у 35,5% підлітків при CAT і обумовлена поведінковими та клінічними предикторами. Прозапальні цитокіни ротової рідини CXCL8, IL-1 β та MMP-8 виступають ранніми біомаркерами ускладнень. Якість стоматологічно зумовленого життя (Oral Health-Related Quality of Life, OHRQoL) при CAT є кращою в активній фазі лікування з клінічно значущою різницею за опитувальником ОНП-14 через 6 місяців. Комплаєнс (≥ 20 –22 год/добу) є ключовим прогностичним критерієм.

Висновки. CAT є ефективним методом ортодонтичного лікування для підлітків та осіб юнацького віку, при якому провідними прогностичними критеріями стоматологічного здоров'я є стан гігієни порожнини рота, наявність WSL і гінгівіту на старті, рівень прозапальних цитокінів у ротовій рідині, дієвості звички та комплаєнс.

Ключові слова: елайнери, ортодонтичне лікування, підлітки, стоматологічне здоров'я, пародонт, вогнищева демінералізація емалі, оральний мікробіом, якість життя, комплаєнс, прогностичні критерії.

Khashchevatskyi Andrii Vitaliyovych, Postgraduate Student at the Department of Therapeutic and Pediatric Dentistry, Shupyk National University of Healthcare of Ukraine; ORCID ID: 0009-0002-5871-5642, Kyiv, Ukraine

CONTEMPORARY ASPECTS AND PROGNOSTIC CRITERIA OF DENTAL HEALTH IN ADOLESCENT AND YOUNG ADULT PATIENTS UNDERGOING ORTHODONTIC TREATMENT WITH CLEAR ALIGNERS: AN ANALYTICAL REVIEW

Introduction. Dentofacial anomalies represent one of the most prevalent forms of dental pathology among adolescents and young adults, with a reported prevalence of 65,7–83,3% in Ukraine, generating a consistently increasing demand for orthodontic treatment. Clear aligner therapy (CAT) has gained widespread clinical adoption, primarily owing to its aesthetic advantages. Nevertheless, the implications of CAT for dental health in adolescent patients remain a subject of debate, and the prognostic criteria for the development of treatment-associated complications require systematic appraisal.

Objective. To synthesize current evidence regarding the effects of orthodontic clear aligners on periodontal status, hard dental tissues, the oral microbiome, and oral health-related quality of life in adolescent and young adult patients.

Materials and Methods. A systematic analytical literature review was conducted using PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, and the Cochrane Library, covering publications from 2018 to 2025. Inclusion criteria encompassed prospective and retrospective clinical studies, randomized controlled trials (RCTs), systematic reviews, and meta-analyses.

Results. CAT demonstrates significantly superior periodontal outcomes compared to fixed appliances; however, it does not eliminate the risk of gingivitis, which is significantly higher in adolescents than in adults ($p < 0,05$). White spot lesions (WSL) occur in 35,5% of adolescent patients undergoing CAT and are associated with both behavioral and clinical predictors. Salivary pro-inflammatory cytokines –

© Хащевацький А. В., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

CXCL8, IL-1 β , and MMP-8 – serve as early biomarkers of treatment-related complications. Oral health-related quality of life (OHRQoL) is significantly better during the active phase of CAT, with a clinically meaningful difference on the OHIP-14 questionnaire at six months. Compliance (≥ 20 –22 hours per day) constitutes the primary prognostic determinant.

Conclusions. CAT is an effective orthodontic treatment modality for adolescents and young adults. The leading prognostic criteria for dental health outcomes include oral hygiene status, the presence of WSL and gingivitis at treatment onset, salivary pro-inflammatory cytokine levels, dietary habits, and patient compliance.

Key words: clear aligners, orthodontic treatment, adolescents, dental health, periodontium, white spot lesions, oral microbiome, quality of life, compliance, prognostic criteria.

Вступ. Зубощелепні аномалії (ЗЩА) посідають третє місце в структурі стоматологічної захворюваності і характеризуються стабільно зростаючою поширеністю серед підліткового населення. Вітчизняні дані свідчать, що в Україні ЗЩА діагностуються у 65,7–83,3% дітей шкільного віку, причому у понад 62,5% випадків мають поєднаний характер [1, 2], а зростаючий попит на сучасні методи ортодонтичного лікування серед підлітків та молоді обумовлюється не лише медичними, а й естетичними і психосоціальними чинниками [3].

За даними літературних джерел станом на 2023 рік понад 14 млн пацієнтів у світі отримали ортодонтичне лікування із застосуванням систем прозорих елайнерів [4]. Таке поширення CAT відбулося в першу чергу завдяки знімності та високому естетичним властивостям, що має особливу привабливість саме для підлітків та осіб юнацького віку, адже відсутність металевих конструкцій в естетичній зоні обличчя сприяє збереженню соціальної активності та рівня самооцінки молодих людей [5].

Водночас підлітки характеризуються специфічним профілем ризику виникнення та прогресування стоматологічних захворювань: підвищений фоновий рівень запалення у пародонті внаслідок гормональної перебудови, достатньо низька мотивація до дотримання гігієнічного режиму, висока схильність до споживання цукровмісних напоїв принципово відрізняють цю вікову групу від дорослих пацієнтів [6, 7]. За даними ВООЗ приблизно у 50% підлітків захворювання пародонта розвиваються на тлі ЗЩА, а запальні ускладнення з боку тканин пародонта є одними з найчастіших при ортодонтичному лікуванні [8, 9].

Слід зауважити, що зазначена проблематика розглядалась переважно у контексті незмінної апаратури, а питання специфіки реакцій тканин пародонта та стан твердих тканин зубів саме при CAT у підлітковій популяції залишається практично недослідженим.

Показовим є той факт, що в жодній із доступних баз даних не виявлено вітчизняних клінічних досліджень, присвячених комплексній оцінці стоматологічного здоров'я підлітків та осіб юнацького віку в процесі ортодонтичного лікування із використанням елайнерів. Наявні роботи зарубіжних авторів переважно орієнтовані на дослідження дорослої популяції та охоплюють лише окремі параметри стоматологічного здоров'я. Окрім того, дані дослідження виконані в умовах, що суттєво відрізняються від вітчизняних за рядом важливих характеристик, а саме епідеміологічних, організаційних, тощо. Це значно ускладнює їхню пряму екстраполяцію на українську підліткову популяцію і визначає актуальність проспективного дослідження, яке поєднало б комплексну оцінку клінічного

стоматологічного статусу, мікробіологічних і біохімічних параметрів ротової рідини та якості стоматологічно зумовленого життя в єдиному дизайні саме для цієї вікової групи. З огляду на це **метою** нашого дослідження стала систематизація сучасних наукових даних щодо впливу ортодонтичного лікування із використанням елайнерів (CAT) на стан пародонта, твердих тканин зубів, орального мікробіому та якості стоматологічно зумовленого життя у пацієнтів підліткового та юнацького віку, а також обґрунтування доказово підтверджених прогностичних критеріїв стоматологічного здоров'я в процесі CAT.

Матеріали і методи. Проведено аналітичний огляд наукової літератури відповідно до принципів PRISMA-ScR. Пошук здійснювався у базах PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science та Cochrane Library за 2018–2025 рр. Використані MeSH-терміни: «clear aligners», «orthodontic treatment», «adolescents», «periodontal health», «white spot lesions», «oral microbiome», «quality of life», «OHIP-14», «compliance», «salivary biomarkers», «cytokines», «aligner biofilm», «microbial colonization aligner surface». Критерії включення для клінічних параметрів: клінічні дослідження (ПКД, когортні, проспективні та ретроспективні) і систематичні огляди; пацієнти віком 10–25 років; знімні термопластичні елайнери будь-якої системи; оцінка щонайменше одного параметра стоматологічного здоров'я; публікація англійською або українською мовою. Для окремого питання мікробної колонізації поверхні елайнера як самостійної ніші додатково включались *in vitro* дослідження та роботи без вікового обмеження. Виключались описи клінічних випадків, дослідження без порівняльної або контрольної групи. До аналізу включено 34 джерела.

Результати дослідження. В результаті аналізу літературних джерел достатньо детально дослідженим виявилось питання пародонтального статусу підлітків при ортодонтичному лікуванні із використанням CAT. Так, метааналіз Jiang et al. (2018) на 9 дослідженнях встановив достовірно нижчий рівень зубного нальоту (різниця середніх, MD-0,53; 95% довірчий інтервал, ДІ-0,85-0,20; $p=0,001$) та гінгівального індексу у групі СА порівняно з пацієнтами із встановленою брекет-системою (fixed appliances, FA) [10]. Систематичний огляд і метааналіз Llera-Romero et al. (2023) також підтвердив перевагу CAT за інтегральною оцінкою пародонтальних показників, мікробіому, вогнищевої демінералізації емалі (WSL) та стоматологічно обумовленої якості життя (Oral Health-Related Quality of Life (OHRQoL)) [11].

Проспективне дослідження Zhang et al. (2025) на 120 пацієнтах (66 підлітків, середній вік 14,2 р.; 54 дорослих, середній вік 25,7 р.) показало, що час-

тота гінгівіту у підлітків достовірно перевищує таку у дорослих ($p < 0,05$), а персоналізована гігієнічна освіта знижує цей ризик в обох групах [12]. Проспективне дослідження Kredig et al. (2025) на 50 підлітках (13,3±1,8 р.) зафіксувало підвищення активної матричної металопротеїнази-8 (aMMP-8) у ясенній рідині та присутність пародонтопатогенних маркерних бактерій у кількох точках спостереження [13]. Однак проспективне дослідження Pango Madariaga et al. (2020) за умов рівноцінного гігієнічного супроводу обох груп не виявило статистично значущих міжгрупових відмінностей у кінцевих значеннях пародонтальних індексів [14]. Таким чином можна дійти висновку, що перевага САТ щодо пародонтального здоров'я обумовлена переважно опосередкованою здатністю пацієнта підтримувати гігієну, а не прямим ефектом матеріалу елайнера.

Аналіз наукових джерел, присвячених проблемам впливу САТ на тверді тканини зубів, зокрема вогнищевій демінералізації емалі (WSL), виявив наступне. Ретроспективне дослідження Liu та Song (2024) на 203 підлітках (10–19 р.) виявило розвиток WSL у 35,5% пацієнтів. Логістичний регресійний аналіз визначив незалежні предиктори ризику: наявність WSL до лікування (відношення шансів (ВШ) 2,484; 95% довірчий інтервал (ДІ) 1,245–4,957), висока частота вживання газованих напоїв (ВШ 1,508) та збільшена кількість фронтальних атакментів (ВШ 2,192). Захисними факторами виявились часте чищення зубів (ВШ 0,656) та очищення елайнерів після їжі (ВШ 0,611) [15]. Систематичний огляд і метааналіз Raghavan et al. (2023) підтвердив нижчу поширеність WSL при САТ порівняно з FA за умов дотримання гігієни та режиму носіння [16]. Консенсус Xia et al. (2025) характеризує WSL при САТ як великі за площею, але менші за глибиною; при FA малі за площею, але глибші, що має значення при виборі методів ремінералізуючої терапії [17].

Метагеномне дослідження Li et al. (2024) на 15 підлітках (12–15 р.) виявило наступне: за перші 3 місяці САТ мікробна спільнота бляшки залишається відносно стабільною, однак у мікроорганізмів пацієнтів із незадовільною гігієною накопичуються фактори вірулентності – фімбрії IV типу (type IV pili) та джгутики (flagella) – поверхневі білкові структури бактерій, що забезпечують адгезію до твердих поверхонь і колонізацію, що сприяють агресивній адгезії мікроорганізмів [18]. Song et al. (2023) методами метагеноміки встановили зростання рівня *Actinobacteria* та *Rothia* у слині підлітків із WSL – таксонів, асоційованих з утворенням молочної кислоти та деструкцією емалі [19].

Вплив саливарних цитокінів на ризик WSL вивчено Liu et al. (2023). У підлітків із розвиненими WSL рівні хемокінів CXCL8 (інтерлейкін-8), CCL3 (макрофагальний запальний протеїн-1 α), CCL4 (макрофагальний запальний протеїн-1 β), IL-1beta та IL-2 у слині достовірно відрізнялись від таких без ураження. Транскриптомний аналіз ідентифікував ці цитокіни як потенційні ранні біомаркери ризику демінералізації [20].

Окремі дослідження присвячені вивченню особливостей орального мікробіома та імунологічних аспектів порожнини рота пацієнтів, які отримують

ортодонтичне лікування із використанням САТ. Так, систематичний огляд España-Pamplona et al. (2024) з аналізом 8 досліджень виявив менш виражену дисбіотичну перебудову мікробіому при САТ порівняно з FA, пов'язуючи це зі змінністю апарату та кращими гігієнічними умовами [21]. Аналогічний висновок отримано у систематичному огляді Lucchese et al. (2025) [22].

Лонгітюдне дослідження Zhao et al. (2020) із застосуванням 16S rRNA секвенування у 25 дорослих пацієнтів впродовж 6 місяців САТ показало відсутність достовірних змін різноманіття мікробіоти слини, фіксує натомість покращення гігієнічних звичок [23]. Проспективне дослідження Rouzi et al. (2023) підтвердило стабільність мікробного профілю при САТ за умови належного гігієнічного супроводу [24]. Порівняльне дослідження Shokeen et al. (2022) із секвенуванням мікробіому бляшки зафіксувало значно більш виражені зміни мікробного складу при FA, причому частина змін зберігалась навіть після зняття апарату [25]. Це підкреслює значення вибору ортодонтичного апарату для довгострокових мікробіологічних наслідків лікування.

Окремим і все ще недостатньо вивченим аспектом є мікробна колонізація безпосередньо поверхні елайнера. На відміну від брекетів та ортодонтичних дуг, елайнер охоплює всю коронкову поверхню зубів і частину маргінального пародонта, перебуває в порожнині рота 20–22 год на добу і проходить повторювані цикли зняття та встановлення, тобто такі умови, які принципово відрізняють його від будь-якого іншого ортодонтичного апарату і ймовірно формують специфічне мікросередовище на поверхні полімеру.

Tektas et al. (2020) у дослідженні *in vitro* встановили, що чотири різні термопластичні матеріали елайнерів (поліуретан, поліестер, кополімер та ін.) не відрізняються від емалі та металевих брекетів за початковою адгезією аеробних і анаеробних мікроорганізмів ($p > 0,05$). Водночас автори зафіксували ключову умову колонізації: мікротріщини, борозни та абразії на поверхні полімеру після клінічного використання формують ніші, захищені від зсувних сил і механічного очищення, де може формуватись незворотна біоплівка. Шорсткість поверхні (Sa) вище 0,2 мкм критично підвищує ризик мікробної адгезії [26].

Harzivartyan et al. (2025) у першому проспективному перехресному клінічному дослідженні оцінили мікробну колонізацію поверхні елайнерів при застосуванні п'яти різних методів очищення. Встановлено, що всі методи достовірно знижують мікробне навантаження на полімерній поверхні, проте характер і склад мікробної спільноти на поверхні елайнера суттєво відрізняється від такого в зубному нальоті та слині, підтверджуючи концепцію елайнера як самостійної мікробіологічної ніші [27].

Moradinezhad et al. (2024) в дослідженні *in vitro* оцінили біоплівкоутворення шести видів мікроорганізмів (*S. mutans*, *S. sanguinis*, *S. epidermidis*, *S. aureus*, *L. casei*, *C. albicans*) на 5 термоформованих і 3D-друкованих матеріалах елайнерів у трьох часових

точках. Встановлено, що інтенсивність біоплівкоутворення залежить від матеріалу апарату та терміну використання, зростаючи з часом для всіх досліджуваних видів. 3D-друковані матеріали загалом демонстрували меншу шорсткість і нижчу мікробну адгезію порівняно з термоформованими аналогами [28].

Важливим є той факт, що на сучасному етапі досліджень даної проблеми, елайнер розглядається як нова мікробіологічна ніша, яка формує унікальний мікробний ландшафт, відмінний від такого при FA. Зокрема, у пацієнтів із прогресуючим гінгівітом на тлі CAT виявлено зростання обсеменення *Saccharibacteria* (TM7 – некультивована група ультрамалих бактерій-епібіонтів), *Fusobacterium nucleatum* та *Schaalia odontolytica* – видів, які у взаємодії можуть посилювати запальну відповідь тканин пародонта [29].

Враховуюче вищезазначене слід зауважити: всі наявні дослідження мікробної колонізації поверхні елайнерів виконані або *in vitro*, або на дорослих пацієнтах. Жодного клінічного дослідження, присвяченого складу, кінетиці формування та патогенному потенціалу біоплівки на поверхні елайнерів саме у підлітків, на теперішній час не опубліковано. Водночас, як відомо, підлітковий вік асоціюється з вищою карієсприйнятливістю, гормонально обумовленою підвищеною запальною відповіддю пародонта, що може суттєво модифікувати характер мікробної колонізації полімерної поверхні порівняно з дорослими [30-33].

Окремо представлені дослідження, присвячені якості стоматологічно зумовленого життя та комплаєнсу пацієнтів, які перебувають на ортодонтичному лікуванні із використанням CAT. Систематичний огляд Kaklamanos et al. (2023) підтвердив, що пацієнти групи CAT демонструють кращі показники OHRQoL порівняно з FA в активній фазі терапії; клінічно значуща різниця за опитувальником OHIP-14 (понад мінімальну клінічно значущу різницю (Minimal Important Difference, MID)) зафіксована через 6 місяців від початку лікування [30]. Метааналіз Li et al. (2023), що охоплював 12 досліджень (5 РКД та 7 не-РКД), підтвердив нижчий загальний бал OHIP-14 та нижчий рівень болю у групі CA на 1-му тижні, 1-му та 6-му місяцях лікування [31]. РКД Jaber et al. (2022) на 36 пацієнтах (18-25 р.) показало нижчі показники функціонального обмеження та болю у групі CA ($p < 0,05$) на всіх часових точках; різниця між групами нівелювалась після завершення лікування [32]. Багатоцентрове клінічне дослідження Sauer et al. (2023) підтвердило позитивну динаміку OHRQoL та покращення гігієни у підлітків упродовж першого року CAT [33]. Систематичний огляд D'Anto et al. (2025) свідчить, що підлітки схильні до нижчого комплаєнсу внаслідок нижчої самодисципліни та ситуативних чинників [6]. Ретроспективне когортне дослідження Timm et al. (2021) виявило: комплаєнс вищий у чоловіків та пацієнтів без попередньої ортодонтичної терапії в анамнезі; цифрові нагадувальні системи та Bluetooth-сенсори достовірно підвищують дотримання режиму носіння [34].

Обговорення. Узагальнення проаналізованих даних окреслює специфічний профіль ризику виникнення та розвитку стоматологічних захворювань у під-

літків при CAT. Перевага CA щодо пародонтальних показників є переважно поведінково-обумовленою. Виявлена частота WSL у 35,5% підлітків є вищою, ніж в аналогічних дослідженнях на дорослих, і зівстає з такою при FA у дорослих, що спростовує поширену клінічну настанову про автоматичну безпеку елайнерів щодо демінералізації у цій віковій групі.

Ключовою відмінністю підлітків є гормонально обумовлена підвищена запальна реакція пародонту. Дослідження Kredig et al. (2025) та Liu et al. (2023) щодо діагностичної цінності aMMP-8, CXCL8 та IL-1beta у слині відкривають перспективу рутинного неінвазивного моніторингу запального статусу при CAT, що є особливо цінним для підліткового контингенту.

Перевага CAT за OHRQoL є клінічно значущою в середньостроковому спостереженні (6 міс.) і реалізується лише за умови належного комплаєнсу та гігієнічного супроводу, що нерозривно пов'язано з освітніми та мотиваційними заходами.

Серед ключових обмежень наявної доказової бази, які безпосередньо обґрунтовують необхідність подальших досліджень, слід виокремити наступне. Переважна більшість опублікованих робіт виконана на дорослих пацієнтах або на змішаних вибірках без окремого аналізу підліткової когорти, не поєднуючи одночасну комплексну оцінку пародонтального статусу, вогнищевої демінералізації емалі, мікробіологічних і цитокінових параметрів ротової рідини та якості стоматологічно зумовленого життя в єдиному проспективному дизайні саме для підліткової популяції. Окрім того, подібних систематичних клінічних досліджень, які врахували б вітчизняні епідеміологічні особливості, специфіку харчування, якість питної води, рівень фторування та реальну організацію ортодонтичної допомоги не проводилось в Україні, що визначає актуальність запланованого проспективного клінічного дослідження.

Висновки. Згідно аналізу літературних джерел, ортодонтичне лікування із використанням елайнерів забезпечує кращі пародонтальні показники порівняно з незмінною брекет-системою. Однак ця перевага визначається рівнем гігієни пацієнта та нівелюється при рівноцінному клінічному супроводі. Вогнищева демінералізація емалі (WSL) при CAT виникає у 35,5% підлітків, при чому незалежними предикторами ризику даного ускладнення є наявність WSL до лікування, частота вживання газованих напоїв, кількість фронтальних атакментів, а основним захисним фактором виступає якість гігієни порожнини рота та самого елайнера. Саливарні прозапальні цитокіни CXCL8, IL-1beta та aMMP-8 є ранніми біомаркерами ризику гінгівіту та WSL. Мікробіологічний профіль при CAT є відносно стабільним, але у підлітків із низьким рівнем гігієни вже через 3 місяці реєструється накопичення факторів вірулентності мікробіому бляшки. Наявні дані про мікробну колонізацію поверхні елайнера як самостійної мікробіологічної ніші отримані виключно *in vitro* або на дорослих пацієнтах; клінічних досліджень цього феномену саме у підлітків не виявлено, що формує окремий пріоритетний напрям подальших дослі-

джен. Показники стоматологічно обумовленого рівня якості життя OHRQoL при САТ є достовірно кращими в активній фазі; комплаєнс складає ≥ 20 –22 год/добу і є ключовим детермінантом досягнення результату та безпечності ортодонтичного лікування.

Таким чином недостатність даних щодо вітчизняних клінічних досліджень стоматологічного здоров'я

підлітків та осіб юнацького віку в процесі САТ у поєднанні із труднощами прямої екстраполяції зарубіжних даних на українську популяцію, обумовлює нагальну необхідність подальших комплексних досліджень, які стануть підставою для формування науково обґрунтованих вітчизняних клінічних рекомендацій для цієї категорії пацієнтів.

REFERENCES

1. Danyliuk D, Chapovskyi A. Suchasni aspekty profilaktyky osnovnykh stomatolohichnykh zakhvoriuvan pry likuvanni zuboshchelepnykh anomalii u ditei [Modern aspects of prevention of major dental diseases in the treatment of dentofacial anomalies in children]. *Visnyk stomatolohii*. 2023;48(2):139-149. <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2023-48-2.25>. [in Ukrainian]
2. Flis PS, Ivanova KV, Dakhno LO. Analiz poshyrenosti zuboshchelepnykh anomalii u ditei shkilnoho viku m. Uzhhoroda [Analysis of the prevalence of dentofacial anomalies in school-age children of Uzhhorod]. *Ukr stomatolohichniy almanakh*. 2021; (4): 53-58. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Usa_2021_4_9 [in Ukrainian]
3. Nomerovska O, Karman A, Horokhivskiy V, et al. Pro neobkhdnist provedennia naukovykh doslidzhen tryvalosti suchasnykh vydiv ortodontychnoho likuvannia [On the need for scientific research on the duration of modern types of orthodontic treatment of dentofacial anomalies]. *Innovatsii v stomatolohii*. 2022;(1):32-38. DOI: 10.35220/2523-420X/2022.1.5 [in Ukrainian].
4. Bichu YM, Alwafi A, Liu X, et al. Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioact Mater*. 2023; 22:3 84-403. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.10.006>
5. Rouzi M, Zhang X, Jiang Q, et al. Impact of clear aligners on oral health and oral microbiome during orthodontic treatment. *Int Dent J*. 2023;73(5):603–611. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.03.012>
6. D'Anto V, De Simone V, Caruso S, et al. Effects of clear aligners treatment in growing patients: a systematic review. *Front Oral Health*. 2025;5:1512838. <https://doi.org/10.3389/froh.2024.1512838>.
7. Inchingolo AD, Dipalma G, Ferrara I, et al. Clear aligners in the growing patient: a systematic review. *Children*. 2024;11(4):385. <https://doi.org/10.3390/children11040385>
8. Nazir M, Al-Ansari A, Al-Khalifa K, Gaffar B, Almas K, Alhareky M, et al. Global Prevalence of Periodontal Disease and Lack of Its Surveillance. *ScientificWorldJournal*. 2020; 2020: 2146160. <https://doi.org/10.1155/2020/2146160>
9. Lykhota K, Vataha K. Suchasnyi stan problemy patolohii parodontu ta zuboshchelepnykh anomalii u periodi zminnoho prykusu (ohliad literatury) [Current state of the problem of periodontal pathology and dentofacial anomalies in the mixed dentition period: literature review]. *Suchasna medytsyna, farmatsiia ta psykhologichne zdorovia*. 2024;1(15):59-66. <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2024-1-11> [in Ukrainian].
10. Jiang Q, Li J, Mei L, et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a meta-analysis. *J Am Dent Assoc*. 2018;149:712–720. doi:10.1016/j.adaj.2018.04.010
11. Llera-Romero AS, Adobes-Martin M, Iranzo-Cortes JE, et al. Periodontal health status, oral microbiome, white-spot lesions and OHRQoL – clear aligners versus fixed appliances: a systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Korean J Orthod*. 2023;53(6):374-392. <https://doi.org/10.4041/kjod22.272>
12. Zhang H, Bi S, Wu Y. Impact of clear aligners on gingivitis incidence and prevention strategies in adolescents and adults: a prospective observational study. *BMC Oral Health*. 2025;25:75. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05439-y>
13. Kredig C, Peuckert E, Schmidtman I, et al. Oral health in adolescents: periodontal inflammatory biomarkers during orthodontic clear aligner therapy. *Clin Oral Investig*. 2025;29(3):168. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06212-9>
14. Pango Madariaga AC, Bucci R, Rongo R, et al. Impact of fixed orthodontic appliance and clear aligners on the periodontal health: a prospective clinical study. *Dent J (Basel)*. 2020;8(1):4. <https://doi.org/10.3390/dj8010004>
15. Liu Q, Song Z. Incidence, severity, and risk factors for white spot lesions in adolescent patients treated with clear aligners. *Orthod Craniofac Res*. 2024;27(5):704-713. <https://doi.org/10.1111/ocr.12791>
16. Raghavan S, Abu Alhajja ES, Duggal MS, et al. White spot lesions, plaque accumulation and salivary caries-associated bacteria in clear aligners compared to fixed orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):599. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03257-8>
17. Xia L, Zhou C, Mei P, Jin Z, He H, Wang L, et al. Expert consensus on the prevention and treatment of enamel demineralization in orthodontic treatment. *Int J Oral Sci*. 2025;17(1):13. <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00335-7>
18. Li Q, Guo T, Song Z, et al. The microbiome alterations of supragingival plaque among adolescents using clear aligners: a metagenomic sequencing analysis. *Prog Orthod*. 2024. <https://doi.org/10.1186/s40510-024-00547-x>
19. Song Z, Fang S, Guo T, et al. Microbiome and metabolome associated with white spot lesions in patients treated with clear aligners. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;13:1119616. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1119616>
20. Liu Q, Guo T, Dang W, et al. Correlation between salivary cytokine profiles and white spot lesions in adolescent patients receiving clear aligner orthodontic treatment. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):857. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03561-3>
21. Espana-Pamplona P, Bernes-Martinez L, Andres-Castello C, et al. Changes in the oral microbiota with the use of aligners vs. braces: a systematic review. *J Clin Med*. 2024;13(23):7435. <https://doi.org/10.3390/jcm13237435>
22. Lucchese A, Martina S, et al. A comparison of the alterations of oral microbiome with fixed orthodontic therapy and clear aligners: a systematic review. *J Oral Microbiol*. 2025;17(1):2372751. <https://doi.org/10.1080/20002297.2024.2372751>
23. Zhao R, Huang R, Long H, et al. The dynamics of the oral microbiome and oral health among patients receiving clear aligner orthodontic treatment. *Oral Dis*. 2020;26(2):473-483. DOI: 10.1111/odi.13175

-
24. Rouzi M, Jiang Q, Zhang H, et al. Characteristics of oral microbiota and oral health in the patients treated with clear aligners: a prospective study. *Clin Oral Investig.* 2023;27(11):6725-6734. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05281-y>
 25. Shokeen B, Vilorio E, Duong E, et al. The impact of fixed orthodontic appliances and clear aligners on the oral microbiome and the association with clinical parameters: a longitudinal comparative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2022;161(5):e475-e485. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.10.015>
 30. Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Athanasiou AE. Oral health-related quality of life throughout treatment with clear aligners in comparison to conventional metal fixed orthodontic appliances: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023; 20(4): 3537. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043537>
 31. Li X, Zhu L, Yang K. Comparison of pain intensity and impacts on oral health-related quality of life between orthodontic patients treated with clear aligners and fixed appliances: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):920. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03681-w>
 32. Jaber ST, Hajeer MY, Burhan AS, Latifeh Y. The effect of treatment with clear aligners versus fixed appliances on oral health-related quality of life in patients with severe crowding: a one-year follow-up randomized controlled clinical trial. *Cureus.* 2022;14(5):e25472. <https://doi.org/10.7759/cureus.25472>
 33. Sauer MK, Drechsler T, Peron PF, et al. Aligner therapy in adolescents: first-year results on the impact of therapy on oral health-related quality of life and oral hygiene. *Clin Oral Investig.* 2023;27(1):369–375. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04741-1>
 34. Timm LH, Farrag G, Baxmann M, Schwendicke F. Factors influencing patient compliance during clear aligner therapy: a retrospective cohort study. *J Clin Med.* 2021;10(14):3103. <https://doi.org/10.3390/jcm10143103>
 26. Tektas S, Thurnheer T, Eliades T, Attin T, Karygianni L. Initial bacterial adhesion and biofilm formation on aligner materials. *Antibiotics.* 2020;9(12):908. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120908>
 27. Harzivarayan M, Yilmaz HN, Nalbantoglu ER, Topcuoglu N. Evaluation of microbial colonisation on clear aligners with different cleaning methods: a prospective in vivo cross-over study. *Orthod Craniofac Res.* 2025. <https://doi.org/10.1111/ocr.70039>
 28. Moradinezhad M, Abbasi Montazeri E, Hashemi Ashtiani A, Pourlofti R, Rakhshan V. Biofilm formation of *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sanguinis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus casei*, and *Candida albicans* on 5 thermoform and 3D printed orthodontic clear aligner and retainer materials at 3 time points: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):1107. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04893-4>
 29. Wu T. Clear aligners as a new microbial niche: role of *Saccharibacteria*, *Fusobacterium nucleatum* and *Schaalia odontolytica* in aligner-associated gingivitis. ADA Forsyth Institute / NIH Grant. 2025. Available from: <https://adanews.ada.org/ada-news/2025/august/ada-forsyth-friday-how-clear-aligners-shape-mouth-s-bacterial-ecosystem/>

Дата першого надходження статті до видання: 19.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Шекера Оксана Олегівна,

кандидат медичних наук, доцент,
докторант ННІ стоматології та лабораторної медицини,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0002-3584-1024
м. Ужгород, Україна

Пальчиков Анатолій Володимирович,

кандидат медичних наук,
докторант ННІ стоматології та лабораторної медицини,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-5565-6224
м. Ужгород, Україна

АПРОБАЦІЯ КЛІНІЧНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ГЛИБИНИ ПАРОДОНТАЛЬНОГО ЗОНДУВАННЯ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ДАНИХ

Вступ. Попри повідомлену прецизійність та адаптованість технології інтраорального сканування до потреб проведення діагностичних процедур пов'язаних із аналізом змін, котрі локалізуються на зовнішній поверхні зубів та ясен, досі продовжують вивчатися можливості сканування щодо об'єктивізації інтра- та субгінгівальних змін, котрі відмічаються у пацієнтів з пародонтитом.

Мета дослідження. Апробувати можливість реалізації підходу цифрового пародонтального зондування на основі суміщення даних інтраорального сканування та конусно-променевої комп'ютерної томографії.

Матеріали та методи. Досліджувана вибірка пацієнтів була умовно розділена на таких, які характеризувалися відсутністю клінічних ознак генералізованого та/або локалізованого пародонтиту (8 осіб), та таких, в котрих були верифіковані ознаки генералізованого пародонтиту, або ж локалізованого пародонтиту в проекції досліджуваних одиниць зубного ряду (9 осіб). До кінцевої вибірки досліджуваних зубів було включено 127 одиниць зубного ряду, з них 48 були представлені зубами без ознак патології тканин пародонту, і 79 – з ознаками наявності пародонтиту. Пародонтологічне зондування проводилося із використанням зонда дизайну UNC-15. Цифрове пародонтологічне зондування представляло собою процедуру вимірювання вертикального рівня ясен за даними інтраорального сканування відносно маргінального їх краю і до зареєстрованого положення рівня кісткового гребеня за даними конусно променевої компютерної томографії.

Результати досліджень та їх обговорення. Середні відмінності параметрів глибини цифрового пародонтологічного зондування та клінічного зондування у вибірці 48 зубів без ознак патології тканин пародонту склали $2,08 \pm 1,32$ мм, тоді як у вибірці зубів з ознаками ураження пародонту – $1,14 \pm 1,38$ мм, різниця між котрими була статистично підтвердженою ($p < 0,0001$). Показники кореляції між значеннями глибини цифрового пародонтологічного зондування та такого, визначеного клінічно внутрішньоротово із використанням спеціалізованого зонда, склали $r = 0,68$ ($p < 0,05$) для усієї вибірки 127 проаналізованих зубів, при цьому однак показник кореляції для вищезазначених параметрів вибірки проаналізованих зубів без ознак патології пародонту сягав $r = 0,56$ ($p < 0,05$), а для вибірки зубів з ознаками ураження оточуючого пародонту – $r = 0,71$ ($p < 0,05$).

Висновки. Встановлено наявність статистично значущого позитивного кореляційного зв'язку між показниками глибини, визначеними цифровим методом, та результатами клінічного зондування, що свідчить про потенційну діагностичну цінність запропонованого підходу. Водночас виявлено, що точність цифрового зондування є вищою у ділянках із наявними ознаками пародонтиту, ніж в проекції зубів з клінічно здоровим станом тканин пародонту. При цьому на результати цифрового зондування суттєво впливають технічні фактори, зокрема якість інтраорального сканування, параметри КПКТ (у тому числі розмір вокселя), а також точність алгоритмів суміщення даних різної модальності, які в подальших дослідженнях повинні бути стандартизовані.

Ключові слова: пародонт, зондування, діагностика, цифрова стоматологія, інтраоральний сканер, конусно-променева комп'ютерна томографія.

© Шекера О. О., Пальчиков А. В., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Shekera Oksana Olehivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Doctorate Researcher of Educational and Scientific Institute of Dentistry and Laboratorial Medicine, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0002-3584-1024, Uzhhorod, Ukraine

Palchykov Anatolii Volodymyrovych, Candidate of Medical Sciences, Doctorate Researcher of Educational and Scientific Institute of Dentistry and Laboratorial Medicine, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0001-5565-6224, Uzhhorod, Ukraine

APPROBATION OF CLINICALLY ORIENTED APPROACH TO ASSESS PERIODONTAL PROBING DEPTH BASED ON DIGITAL DATA

Introduction. Despite the reported precision and adaptability of intraoral scanning technology to the needs of diagnostic procedures related with analysis of changes localized on the outer surface of the teeth and gingiva, possibilities of IOS for objectifying intra- and subgingival changes observed in patients with periodontitis are still being studied.

Objective of the research. To test the possibility of implementing the approach targeted at digital periodontal probing based on the combination of intraoral scanning data and cone-beam computed tomography.

Materials and methods. Studied sample of patients was conditionally divided into those who were characterized with the absence of clinical signs of generalized and/or localized periodontitis (8 patients), and those in whom signs of generalized periodontitis or localized periodontitis were verified within the projection of the studied teeth (9 patients). Final sample of studied teeth included 127 objects, of which 48 were represented by teeth without signs of periodontal tissue pathology, and 79 were represented with signs of periodontitis. Periodontal probing was performed using UNC-15 design of periodontal probe. Digital periodontal probing was held as procedure for measuring the vertical level of the gingiva from its marginal level registered on intraoral scan and to the registered position of the bone crest level according to cone beam computed tomography.

Results and discussions. Average differences in the depth parameters measured by digital periodontal probing and clinical probing within a sample of 48 teeth without signs of periodontal tissue pathology were $2,08 \pm 1,69$ mm, while in a sample of teeth with signs of periodontal disease it was $1,14 \pm 1,85$ mm, and the difference between such was statistically confirmed ($p < 0,05$). Correlation coefficients between the depth value of digital periodontal probing and that determined clinically intraoral using a specialized probe were $r = 0,68$ ($p < 0,05$) for the entire sample of 127 analyzed teeth, however, the correlation coefficient for the above parameters among the subsample of analyzed teeth without signs of periodontal pathology reached $r=0.56$ ($p<0.05$), and for the sample of teeth with signs of surrounding periodontal tissue pathology $-r = 0,71$ ($p < 0,05$).

Conclusions. Statistically significant positive correlation was established between the depth values determined by the digital method and the results of clinical probing, which indicates the potential diagnostic value of the approbated approach. At the same time, it was found that the accuracy of digital probing is higher in areas with signs of periodontitis than in the projection of teeth with clinically healthy periodontal tissues. At the same time, the results of digital probing are significantly influenced by technical factors, in particular the quality of intraoral scanning, CBCT parameters (including voxel size), as well as the accuracy of algorithms for combining data from different modalities, which should be standardized in further studies.

Key words: periodontium, probing, diagnostics, digital dentistry, intraoral scanner, cone beam computed tomography.

Вступ. В умовах прогресуючого тренду цифровізації стоматології в цілому значно розширюються і можливості до імплементації окремих цифрових рішень в клінічну пародонтологічну практику [1]. Досвід використання даних конусно-променевої комп'ютерної томографії, цифрових пародонтологічних карт, автоматизованих систем аналізу даних рентгенографії, а також систем електронного пародонтологічного зондування та фотографічного скринінгу, як прикладів цифрових рішень в пародонтологічній практиці широко описаний в літературі, а також підтверджений фактичною клінічною застосованістю даних підходів [2, 3, 4]. Проте пул цифрових інструментів в стоматологічній практиці продовжує розширюватися, демонструючи тенденцію до збільшення частки використання технології інтраорального сканування не тільки як цифрової альтернативи аналоговому відбитку, але й як складової комплексної діагностики та планування відповідних втручань [2, 5, 6, 7].

Зокрема Jung K. та колеги описали досвід використання внутрішньоротових сканів для об'єктивізації обсягу зубного нальоту з використанням методів планіметрії, що в подальшому може бути використано для оцінки зв'язків із ознаками гінгівіту [5]. Hassan M. та колеги запропонували проводити колориметричний аналіз сканів для ідентифікації запальних змін ясен, використовуючи для цього скрипт MATLAB для квантифікації параметрів систем кольористичних координат HSV та CIELAB [8]. Крім того результати по-

редніх прикладних досліджень продемонстрували, що інтраоральні скани з високим рівнем точності та репродуктивності результатів можуть бути застосовані для квантифікації параметрів ширини кератинізованих ясен, а також вираженості рецесій [9, 10]. Lee J.-S. та колеги обґрунтували, що цифрові внутрішньоротові скани навіть є більш точнішими, ніж клінічні вимірювання з точки зору оцінки параметрів кератинізованих ясен: в порівнянні із гістологічними референтними зразками вимірювання на інтраоральних сканах характеризувалися похибкою по відношенню до фактичної ширини кератинізації на зовнішній поверхні ясен в діапазоні 0,04–0,1 мм, тоді як похибка клінічних вимірювань при аналогічній методології оцінки складала 1,05–1,11 мм [11]. Варто зазначити, що вимірювання проведені на інтраоральних сканах з метою діагностики низки пародонтологічних параметрів в цілому характеризуються вищим рівнем узгодженості та відтворюваності в ході повторної оцінки, ніж такі реалізовані клінічно внутрішньоротово [11].

Однак попри повідомлену прецизійність та адаптованість технології інтраорального сканування (ІОС) до потреб проведення діагностичних процедур пов'язаних із аналізом змін, котрі локалізуються на зовнішній поверхні зубів та ясен, досі продовжують вивчатися можливості ІОС щодо об'єктивізації інтра- та субгінгівальних змін, котрі відмічаються у пацієнтів з пародонтитом. Зокрема у огляді літератури, проведеному Caron T. та колегами, було

повідомлено, що найменша кількість публікацій, присвячених використанню технології інтраорального сканування в пародонтологічній практиці, стосується саме використання такої для оцінки глибини пародонтального зондування, тоді як найбільша кількість публікацій була присвячена оцінці лінійних та об'ємних змін ясен [6].

Водночас подальше вивчення можливостей цифрового пародонтологічного зондування є доцільним з огляду на його потенціал щодо підвищення об'єктивності та стандартизації діагностичних вимірювань у пародонтології [12]. На відміну від традиційного клінічного зондування, результати якого можуть варіювати залежно від сили натиску, досвіду лікаря та анатомічних особливостей тканин [13, 14], цифровий підхід забезпечує можливість отримання відтворюваних та кількісно обґрунтованих даних. Крім того, інтеграція цифрових моделей дозволяє здійснювати ретроспективний аналіз змін, моніторинг динаміки захворювання та об'єктивну оцінку ефективності лікування. З урахуванням стрімкого розвитку цифрових технологій, удосконалення алгоритмів обробки зображень та зростання доступності відповідного обладнання, цифрове пародонтологічне зондування має потенціал стати важливим інструментом повсякденного стоматологічного прийому.

Мета. Апробувати можливість реалізації підходу цифрового пародонтального зондування на основі суміщення даних інтраорального сканування та конусно-променевої комп'ютерної томографії.

Матеріали та методи. В ході дослідження було проведеного клінічний огляд 17 стоматологічних пацієнтів з різним станом пародонтологічного статусу на базі клініки «Intelligence Medical Clinic» (Київ, Україна). Відбір пацієнтів проводився із пулу таких, котрим попередньо проводилося рентгенологічне обстеження з використанням методу конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) в термін до одного місяця перед датою реалізації процедури пародонтологічного зондування згідно сформульованого дизайну дослідження, за умови що за період від часу проведення КПКТ пацієнтам не проводилося жодних маніпуляцій, котрі могли б критично впливати на зміну глибини ясеневі боріздки чи пародонтальної кишені. Уніфікація умов виконання КПКТ з урахуванням потреби в мінімізації додаткового радіаційного навантаження в умовах даного дослідження не проводилась, і в ході аналізу послуговувалися рентгенологічними даними уже наявними в пацієнтів на момент проведення дослідження.

У випадках, якщо ятрогенні втручання проводилися в проекції окремих зубів і не становили значущого впливу на стан інших зубів, які могли бути включені для дослідження, одиниці зубного ряду, в проекції котрих були проведенні відповідні маніпуляції, не приймалися до уваги в ході проведення дослідження.

Досліджувана вибірка пацієнтів була умовно розділена на таких, які характеризувалися відсутністю клінічних ознак генералізованого та/або локалізованого пародонтиту (8 осіб), та таких, в котрих були верифіковані ознаки генералізованого пародонтиту,

або ж локалізованого пародонтиту в проекції досліджуваних одиниць зубного ряду (9 осіб). Пародонтологічне зондування проводилося із використанням зонда дизайну UNC-15 (University of North Carolina) (Hu-Friedy Mfg. Co., Німеччина) із маркуванням кожного міліметра [15], та здійснювалося лікарем-пародонтологом, попередньо каліброваним для проведення даної маніпуляції, з 25 річним клінічним досвідом. Усі дані пародонтологічного зондування були внесені у пародонтологічні карти пацієнтів (інтерактивний програмний комплекс Intelligence, www.perio.iclinic.ua, рис. 1), а також окремо були внесені та структуровані в табличному редакторі Microsoft Excel 2019 (Microsoft Office, Microsoft, США) (рис. 1).

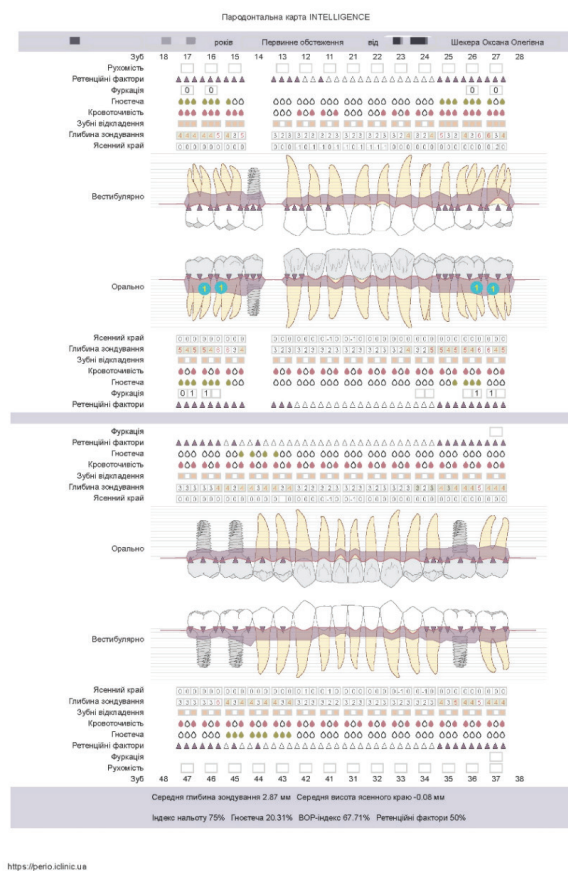


Рис. 1. Приклад пародонтальної карти, заповненої з використанням інтерактивного програмного комплексу Intelligence, www.perio.iclinic.ua

Перед проведенням пародонтологічного зондування пацієнтам було проведено процедуру інтраорального сканування з використанням апарату Medit i500 (Medit Corp., Сеул, Корея). Процедура інтраорального сканування проводилася лікарем-ортопедом із 10-річним досвідом застосування даної технології в клінічній практиці, дотримуючись стратегії сканування, рекомендованої виробником. За неможливості забезпечення належної якості інтраорального скану в проекції окремих зубів по причині просторового розміщення, локалізації, структурного стану таких, або ж патологічних змін оточуючих ясен, дані зуби не приймалися до уваги в якості об'єктів дослідження.

Приймаючи до уваги вищезазначені критерії щодо виключення окремих одиниць зубного ряду з причини проведення втручань в проекції таких, або ж впливу проведених втручань на стан пародонту таких в період після проведення КПКТ і до моменту проведення даного дослідження, або ж при неможливості отримання якісного скану з проекції таких без необхідності проведення додаткових маніпуляцій із внутрішньоротовим сканом як графічним об'єктом, а також виключення окремих зубів з дослідження з причини наявності виражених графічних артефактів в проекції таких на КПКТ зрізах, до кінцевої вибірки досліджуваних зубів було включено 127 одиниць зубного ряду. З них 48 були представлені зубами без ознак патології тканин пародонту, і 79 – з ознаками наявності пародонтиту.

Отримані внутрішньоротові скани зубів та отримані набори даних КПКТ відповідних пацієнтів суміщалися в програмному забезпеченні з використанням відповідних функцій онлайн-сервісу Relu® Creator (Relu BV, Нідерланди) (рис. 2). Цифрове пародонтологічне зондування представляло собою процедуру вимірювання вертикального рівня ясен за даними інтраорального сканування відносно маргінального їх краю і до зареєстрованого положення рівня кісткового гребеня з використання інструменту «Лінійка» у спеціалізованому програмному забезпеченні згідно підходу аналогічного такого, описаного Chung Н.-М. та колегами [12].

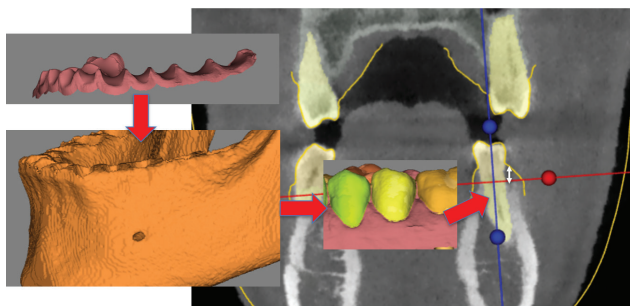


Рис. 2. Схематичне зображення процесу цифрового пародонтологічного зондування, базуючись на сегментованих даних інтраорального сканування, КПКТ та їх суперімпозиції в програмному забезпеченні Relu® Creator

Для кожного із досліджуваних зубів були формовані два набори даних: показники глибини цифрового пародонтологічного зондування та показники клінічно-визначеної глибини, встановленої з використання пародонтологічного зонда внутрішньоротово. Для обох підходів зондування проводили в шести точках (посередині язикової / піднебінної поверхонь, посередині вестибулярної поверхні, а також на рівновіддалених відстанях від зазначених точок в напрямку дистальної та мезіальної поверхонь зуба з проекцій язикової/піднебінної та вестибулярної поверхонь). При визначенні глибини цифрового пародонтологічного зондування в проекції зазначених точок перед безпосереднім вимірювання проводили крос-секційні зрізи графічних об'єктів для спрощення процедури виконання замірів.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програмного забезпечення Microsoft

Excel 2019 (Microsoft Office, Microsoft, США) та додаткових плагінів. Для кількісних показників глибини пародонтологічного зондування (цифрового та клінічного) обчислювали середні значення (М) та стандартні відхилення (SD). Порівняння середніх значень між групами зубів без ознак патології пародонту (n=48) та зубів із пародонтитом (n=79) проводили з використанням t-критерію Стьюдента для незалежних вибірок. Для оцінки взаємозв'язку між показниками глибини цифрового та клінічного пародонтологічного зондування застосовували кореляційний аналіз із визначенням коефіцієнта кореляції Пірсона (r) для всієї вибірки (n=127), а також окремо для підгруп зубів без патології та з ознаками пародонтиту. Статистичну значущість отриманих результатів констатували при рівні $p < 0,05$.

Виклад основного матеріалу дослідження. Середні відмінності параметрів глибини цифрового пародонтологічного зондування та клінічного зондування у вибірці 48 зубів без ознак патології тканин пародонту складала $2,08 \pm 1,32$ мм, тоді як у вибірці зубів з ознаками ураження пародонту – $1,14 \pm 1,38$ мм, різниця між котрими була статистично підтвердженою ($p < 0,0001$) (рис. 3–4).

Показники кореляції між значеннями глибини цифрового пародонтологічного зондування та такого, визначеного клінічно внутрішньоротово із використанням спеціалізованого зонда, складала $r = 0,68$ ($p < 0,05$) для усієї вибірки 127 проаналізованих зубів, при цьому однак показник кореляції для вищезазначених параметрів вибірки проаналізованих зубів без ознак патології пародонту сягав $r = 0,56$ ($p < 0,05$), а для вибірки зубів з ознаками ураження оточуючого пародонту – $r = 0,71$ ($p < 0,05$). Відтак при обидвох досліджуваних сценаріях між параметрами глибини цифрового та клінічного пародонтологічного зондування були відмічені позитивні статистично-підтверджені кореляції, і попри те, що направленість таких була аналогічною, їхня вираженість відрізнялася для сценаріїв зубів з ознаками ураження пародонту та без таких.

Попередньо в роботі Chung Н.-М. та колег було відмічено, що пародонтологічне зондування на основі блендингу цифрових зображень інтраорального сканування та конусно-променевої комп'ютерної томографії по суті представляє собою вимірювання супраальвеолярної висоти ясен, параметр котрого відрізняється від критерію глибини пародонтальних кишень [12]. При цьому середня різниця між показниками супраальвеолярної висоти ясен та глибини пародонтальних кишень складала $0,82 \pm 0,69$ мм, і такі демонстрували позитивну кореляцію [12]. Важливо відмітити, що в роботі Chung Н.-М. та колег вищий рівень цієї кореляції відмічався при аналізі даних, зібраних з ділянок ротової порожнини з більш клінічно вираженими ознаками пародонтиту (в проекції ділянок з кровоточивістю на зондування, в проекції ділянок без проведеного лікування, а також в проекції ділянок з більшою глибиною пародонтальних кишень) [12]. На відміну від роботи Chung Н.-М. у нашому дослідженні не проводилося вихідної категоризації одиниць зубного ряду за ознаками вираженості патологічних змін в структурі пародонту, однак

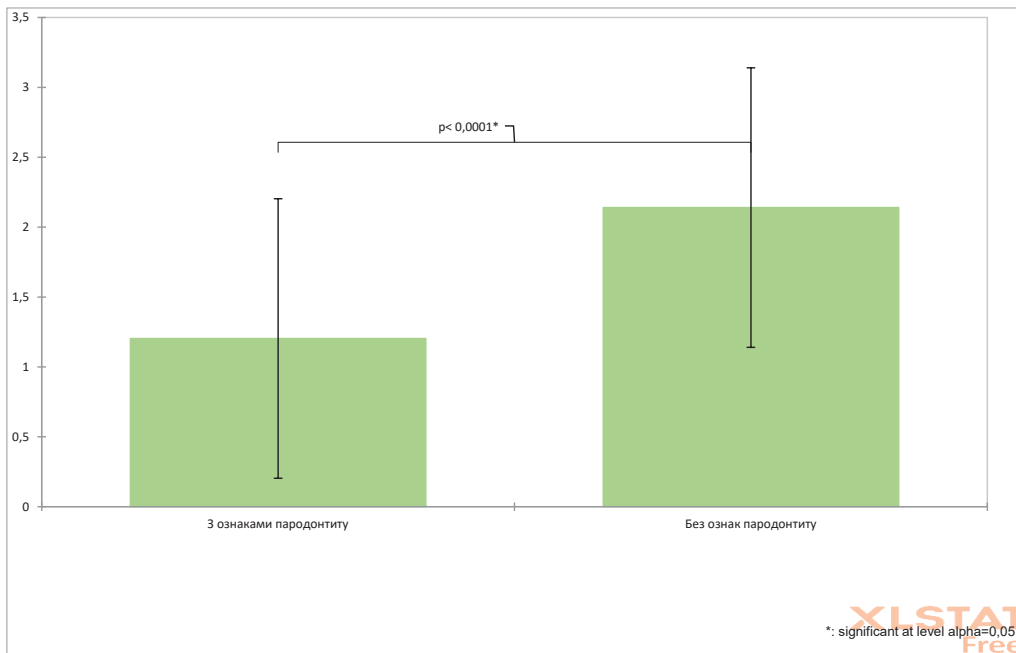


Рис. 3. Відмінності показників цифрового та клінічного зондування у вибірках досліджуваних зубів з та без ознак пародонтиту

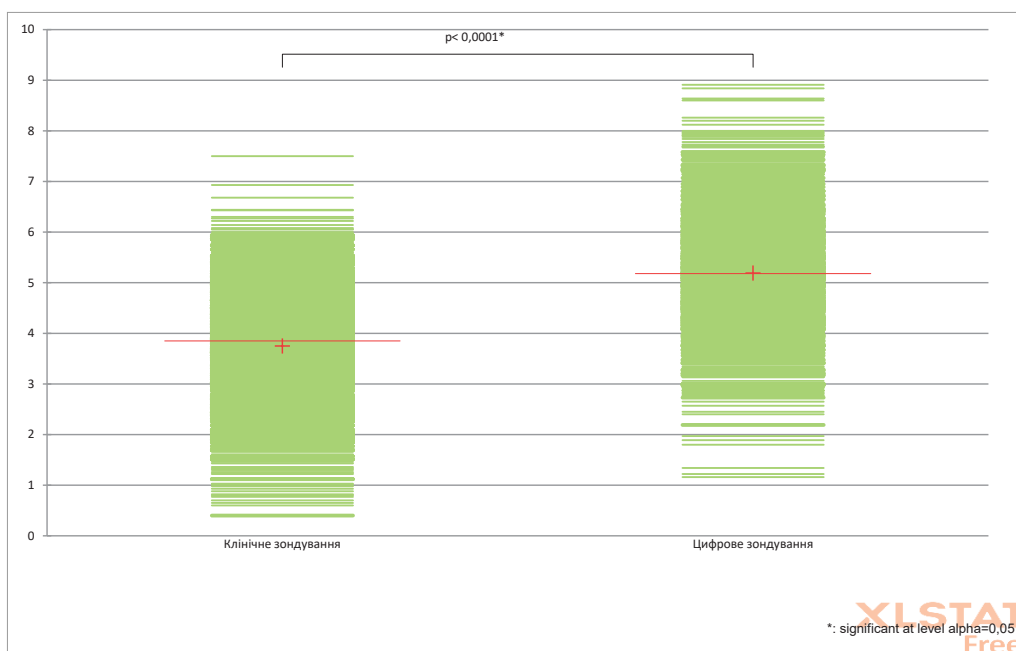


Рис. 4. Різниця між показниками цифрового та клінічного зондування для усієї досліджуваної вибірки зубів

отримані нами результати були тотожними даним Chung Н.-М. та колег, оскільки показники кореляції між глибиною пародонтального зондування визначеною за результатами суперімпозиції даних КПКТ та ІОС та такою визначеною клінічно із використанням зонда були вищими для вибірки зубів із наявними ознаками пародонтиту, аніж для вибірки зубів без ознак пародонтиту. Хоча даний статистичний ефект до певної міри частково може бути зумовленим і впливом фактору різної наповненості вибірок, оскільки кількість проаналізованих зубів з пародонтитом в 1,6 рази перевищувала кількість про-

аналізованих зубів без пародонтиту, і якщо показники глибини цифрового та клінічного пародонтологічного зондування в цілому демонструють прямі позитивні асоціації, як про це було повідомлено в роботі Chung Н.-М. [12], то збільшення обсягу досліджуваної вибірки особливо за рахунок випадків більш виражених змін, які підтверджують наявність статистичної асоціації та характеризуються меншою варіативністю і поширеністю мінімальних досліджуваних значень, потенційно може бути асоційовано із зростанням вираженості кореляції як такої, а також із можливістю об'єктивізації її значущості [16].

В попередніх роботах було відмічено, що різниця між супракрестальним вертикальним параметром ясен, визначеним шляхом суміщення даних КПКТ та ІОС, та клінічною визначеною глибиною пародонтологічного зондування, фактично повинна відповідати параметру біологічної ширини, проте показники отримані в експериментальних дослідженнях не підтвердили відповідності такої, попередньо визначеної гістологічно Gargiulo A. та співавторами [12, 17, 18].

Окремі відмінності показників глибини пародонтологічного зондування, визначеної за цифровим та клінічним підходом, відмічені у даному дослідженні та попередніх наукових роботах також можуть бути обґрунтовані технічними характеристиками та діагностичними параметрами використаного апарату забезпечення (інтраорального сканера та КПКТ), а також реалізованим підходом до суміщення наборів даних різної модальності [19, 20]. Процес цифрового пародонтологічного зондування в значній мірі залежить від коректності реалізації процесу взаємосуміщення даних конусно-променевої компютерної томографії та інтраорального сканування, а також специфічно від алгоритму обробки даних конусно-променевої компютерної томографії для можливості реалізації суперімпозиції діагностичних результатів як графічних об'єктів [19, 20]. Крім того, коректність визначення глибини цифрового пародонтологічного зондування залежить від вираженості ширини корональної частини кісткового гребня на сформованій графічній крос-секції, і якщо така була меншою за величину мінімального розміру вокселя, передбаченого в структурі КПКТ-знімку, то можливість верифікації кісткового краю визначалася лише на тому рівні, де ширина такого перевищує розмір вокселя [21]. Попередньо Icen M. та колеги повідомляли, що розмір вокселя напряму впливає на рівень діагностичної точності у верифікації дефектів за результатами КПКТ: менший розмір вокселя та менше поле зйомки КПКТ сприяло досягненню вищих рівнів чутливості та діагностичної точності апробованого методу [22].

В даному дослідженні відбір пацієнтів проводився за фактом наявності у таких уже даних КПКТ на момент проведення дослідження з метою мінімізації ризику надмірного радіологічного навантаження, відтак це провокувало неуніфікованість параметрів КПКТ дослідження у різних пацієнтів, що також могло потенційно повпливати на отримані результати. Водночас із аналізу були виключені досліджувані зуби, у проекції яких спостерігалися виражені рентгенологічні артефакти або які потребували значного графічного доопрацювання для оптимізації зображення з метою подальшого суміщення з інтраоральними сканами, що частково сприяло мінімізації впливу аномальних значень у вибірці.

Попередні наукові роботи продемонстрували, що технологія інтраорального сканування є достатньо чутливою та діагностично-точною в порівнянні із клінічними референтними методиками, а також такою, що забезпечує репродуктивність отриманих результатів у розрізі виконання замірів, котрі проводяться безпосередньо на поверхні скану [9, 10, 11]. Так, у роботі

West N. та колег було продемонстровано, що прецизійність вимірювань розмірних характеристик рецесій на внутрішньоротовому скані перевищує 90%, хоча чутливість методу є відмінною при оцінці рецесій в проекції вестибулярних та проксимальних сторін [10]. Kuralt M. та колеги продемонстрували можливість використання параметру кривизни форми ясен, як похідного інтраорального скану, який може бути застосований для реєстрації первинних навіть мінімально виражених змін ясен потенційно пов'язаних з пародонтитом [23].

В той же час різні апарати інтраорального сканування демонструють варіативну ефективність щодо точності локалізації субгінгівальних ділянок інтересу [24]. Попередньо інтраоральні системи сканування засвідчили клінічно-прийнятну точність у відтворенні ділянок, що знаходяться на 2 мм нижче маргінального краю ясен [25]. Також продовжують впроваджуватися техніки, які зокрема стосуються оптимізації практичних підходів до реєстрації субгінгівальних ділянок з та без інтраорального сканування (зокрема техніка реверсивного субгінгівального сканування, описана Zingari F. та колегами [26], а також застосування фотоакустичної томографії [14], а також модифікації самої технології інтраорального сканування (за рахунок комбінованого використання оптичної когерентної томографії) [27], які сприяють покращенню глибини сканування та точності відтворення субгінгівальних ділянок інтересу. Однак, комбіноване використання методів ІОС та КПКТ уже сприяє зростанню рівня діагностичної точності в порівнянні із ізольованим використанням цих методів для оцінки глибини пародонтального зондування, приймаючи до уваги результати даного дослідження, та порівнюючи їх із даними Pistorius A. та колег, які повідомили про розбіжності в більш, ніж 2 мм майже у 50% досліджуваних випадків [28].

Водночас глибина цифрового пародонтального зондування є не єдиним діагностичним параметром, котрий може бути квантифікований з використанням технології інтраорального сканування у розрізі діагностики, моніторингу та контролю змін у пацієнтів з пародонтитом. Зокрема, Zhang J. та колеги описали підхід до об'єктивізації змін об'єму ясен після проведеного пародонтологічного лікування на основі суміщення інтраоральних сканів, які корелювали зі змінами глибини клінічного пародонтологічного зондування, індексу кровоточивості та ширини кератинізованих ясен [29]. Ефективність аналогічного підходу також була повідомлена у серії клінічних випадків, репрезентованих Pelekos G. та колегами, серед вибірки пацієнтів з III стадією важкості пародонтиту [30]. Kuralt M. та колеги (2022) запропонували використовувати технологію інтраорального сканування для оцінки змін товщини ясен опісля пародонтологічного лікування як підхід, котрий дозволяє квантифікувати параметри, що виходять за межі клінічно-стандартних критеріїв оцінки, однак демонструють залежності із клінічно-значущими естетичними варіаціями в проекції фронтальних зубів [31].

Відтак виходячи з отриманих результатів можна резюмувати, що у пацієнтів з пародонтитом підхід із реалізацію цифрового пародонтологічного зонду-

вання потенційно може забезпечувати достатню клінічну точність для оцінки глибини пародонтальних кишень шляхом суміщення результатів конусно-променевої комп'ютерної томографії та інтраорального сканування; при цьому діагностична точність даного підходу є вищою в проекції зубів з клінічно підтвердженими ознаками пародонтиту, аніж в проекції зубів без клінічно-підтверджених ознак пародонтиту. Враховуючи практичну складність реалізації процедури коректного суміщення даних КПКТ та ІОС, а також потенційний вплив різного роду графічно-асоційованих артефактів, котрі можуть безпосередньо впливати на результат суперімпозиції двох вищезазначених наборів даних, клінічна застосованість цифрового пародонтологічного зондування залишається обмеженою, водночас даний підхід забезпечує отримання більш репродуктивних та прецизійних результатів, аніж клінічна оцінка з використанням зонда, про проблематику відтворюваності результатів котрої попередньо повідомлялось в літературі [13, 14].

Висновки. Отримані результати дослідження підтверджують можливість реалізації підходу цифрового

пародонтологічного зондування на основі суміщення даних інтраорального сканування та конусно-променевої комп'ютерної томографії. Встановлено наявність статистично значущої позитивної кореляційної зв'язку між показниками глибини, визначеними цифровим методом, та результатами клінічного зондування, що свідчить про потенційну діагностичну цінність запропонованого підходу.

Водночас виявлено, що точність цифрового зондування є вищою у ділянках із наявними ознаками пародонтиту, ніж в проекції зубів з клінічно здоровим станом тканин пародонту, що узгоджується з даними попередніх досліджень. При цьому на результати цифрового зондування суттєво впливають технічні фактори, зокрема якість інтраорального сканування, параметри КПКТ (у тому числі розмір вокселя), а також точність алгоритмів суміщення даних різної модальності, які в подальших дослідженнях повинні бути стандартизовані. Наявність графічних артефактів та складність коректної суперімпозиції обмежують практичне впровадження методу в повсякденну клінічну практику.

REFERENCES

1. Farina R, Simonelli A, Trombelli L, Ettmayer JB, Schmid JL, Ramseier CA. Emerging applications of digital technologies for periodontal screening, diagnosis and prognosis in the dental setting. *Journal of Clinical Periodontology*. 2025 Aug;52:211-45. <https://doi.org/10.1111/jcpe.14156>
2. Frackiewicz W, Jankowska A, Machoy ME. CBCT and modern intraoral scanners as tools for developing comprehensive, interdisciplinary treatment plans. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2024;33(11):1267-76. <https://doi.org/10.17219/acem/175817>
3. Laugisch O, Auschill TM, Heumann C, Sculean A, Arweiler NB. Clinical evaluation of a new electronic periodontal probe: a randomized controlled clinical trial. *Diagnostics*. 2021 Dec 25;12(1):42. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12010042>
4. Herrera D, Tonetti MS, Chapple I, Kekschull M, Papapanou PN, Sculean A, Abusleme L, Aimetti M, Belibasakis G, Blanco J, Bostanci N. Consensus report of the 20th European workshop on periodontology: contemporary and emerging technologies in periodontal diagnosis. *Journal of Clinical Periodontology*. 2025 Aug;52:4-33. <https://doi.org/10.1111/jcpe.14152>
5. Jung K, Ganss C, Korbmacher-Steiner H, Jablonski-Momeni A. Planimetric quantification of plaque in patients with multibracket appliances using an intraoral scanner—proof-of-concept. *Clinical Oral Investigations*. 2026 Apr;30(4):130. <https://doi.org/10.1007/s00784-026-06809-8>
6. Caron T, Decup F, Grosogeat B, Chacun D. The relevance of intraoral scanner (IOS) for periodontal diagnosis: A scoping review. *Journal of Dentistry*. 2025 Sep 1;160:105824. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105824>
7. Al-Hassiny A, Végh D, Bányai D, Végh Á, Géczi Z, Borbély J, Hermann P, Hegedüs T. User experience of intraoral scanners in dentistry: Transnational questionnaire study. *international dental journal*. 2023 Oct 1;73(5):754-9. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.04.002>
8. Hassan MA, Silva do Amaral GC, Saraiva L, Holzhausen M, Mendes FM, Pannuti CM, Stewart B, Malheiros ZM, Benítez C, Nakao LY, Villar CC. Colorimetric analysis of intraoral scans: A novel approach for detecting gingival inflammation. *Journal of Periodontology*. 2025 Aug;96(8):848-57. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/JPER.24-0389>
9. Nalbantoğlu AM, Yanık D. Revisiting the measurement of keratinized gingiva: a cross-sectional study comparing an intraoral scanner with clinical parameters. *Journal of periodontal & implant science*. 2023 Jun 27;53(5):362. <https://doi.org/10.5051/jpis.2204320216>
10. West NE, Wright M, Daly S, Newcombe RG, Davies M, Kuralt M, West NX. Diagnostic accuracy of on-scan assessments compared to clinical assessments using a periodontal probe for detecting gingival recession: A cross-sectional study. *Journal of Dentistry*. 2026 Jan 10:106504. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2026.106504>
11. Lee JS, Jeon YS, Strauss FJ, Jung HI, Gruber R. Digital scanning is more accurate than using a periodontal probe to measure the keratinized tissue width. *Scientific Reports*. 2020 Feb 28;10(1):3665. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60291-0>
12. Chung HM, Park JY, Ko KA, Kim CS, Choi SH, Lee JS. Periodontal probing on digital images compared to clinical measurements in periodontitis patients. *Scientific reports*. 2022 Jan 31;12(1):1616. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04695-6>
13. Grossi SG, Dunford RG, Ho A, Koch G, Machtei EE, Genco RJ. Sources of error for periodontal probing measurements. *Journal of periodontal research*. 1996 Jul;31(5):330-6. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1996.tb00500.x>
13. Elashiry M, Meghil MM, Arce RM, Cutler CW. From manual periodontal probing to digital 3-D imaging to endoscopic capillaroscopy: Recent advances in periodontal disease diagnosis. *Journal of periodontal research*. 2019 Feb;54(1):1-9. <https://doi.org/10.1111/jre.12585>
15. Wright M. Periodontal probes, their mechanisms and a look into the future of periodontal assessment: Periodontal probes, their mechanisms and a look into the future of periodontal assessment. *BDJ Team*. 2026 Mar 20;13(3):86-9. <https://doi.org/10.1038/s41407-026-3220-2>

16. Yang Q, Su M, Li Y, Wang R. Revisiting the relationship between correlation coefficient, confidence level, and sample size. *Journal of chemical information and modeling*. 2019 Oct 11;59(11):4602-12. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.9b00214>
17. Schmidt JC, Sahrman P, Weiger R, Schmidlin PR, Walter C. Biologic width dimensions—a systematic review. *Journal of clinical periodontology*. 2013 May;40(5):493-504. <https://doi.org/10.1111/jcpe.12078>
18. Gargiulo A, Krajewski J, Gargiulo M. Defining biologic width in crown lengthening. *CDS review*. 1995 Jun 1;88(5):20-3. PMID: 9528450
19. Motel C, Kirschner C, Förtsch F, Buchbender M, Wichmann M, Matta RE. The influence of the superimposition procedure and type of intraoral impression on the superimposition accuracy of CBCT scans with dental impressions in implant planning: an in-vitro study. *International Journal of Implant Dentistry*. 2025 Mar 28;11(1):26. <https://doi.org/10.1186/s40729-025-00612-y>
20. Ghoneima A, Cho H, Farouk K, Kula K. Accuracy and reliability of landmark-based, surface-based and voxel-based 3D cone-beam computed tomography superimposition methods. *Orthodontics & craniofacial research*. 2017 Nov;20(4):227-36. <https://doi.org/10.1111/ocr.12205>
21. Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim DG, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011 Feb 1;139(2):e117-27. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.08.016>
22. Icen M, Orhan K, Şeker Ç, Geduk G, Cakmak Özlü F, Cengiz Mİ. Comparison of CBCT with different voxel sizes and intraoral scanner for detection of periodontal defects: an in vitro study. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2020 Jul 1;49(5):20190197. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20190197>
23. Kuralt M, Gašperšič R, Fidler A. The precision of gingival recession measurements is increased by an automated curvature analysis method. *BMC Oral Health*. 2021 Oct 7;21(1):505. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01858-9>
24. Mourouzis P, Dionysopoulos D, Gogos C, Tolidis K. Beyond the surface: A comparative study of intraoral scanners in subgingival configuration scanning. *Dental Materials*. 2024 Aug 1;40(8):1184-90. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.06.004>
25. Ruggiero G, Sorrentino R, Zarone F. Three-dimensional analysis and accuracy of an intraoral scanner on vertical and horizontal subgingival margins. *Journal of Dentistry*. 2024 Aug 1;147:105208. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105208>
26. Zingari F, Meglioli M, Gallo F, Toffoli A, Macaluso GM. Subgingival zone detection via reverse subgingival scan. *Prosthesis*. 2022 May 14;4(2):234-43. <https://doi.org/10.3390/prosthesis4020023>
27. Son K, Lee W, Kim KH, Jeong H, Jeon M, Kim J, Lee KB. Integration of optical coherence tomography and intraoral scanning for enhanced subgingival finish line trueness: A comparative analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2025 Jun 20. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.05.040>
28. Pistorius A, Patrosio C, Willershausen B, Mildenerberger P, Rippin G. Periodontal probing in comparison to diagnosis by CT-scan. *International dental journal*. 2001 Oct 1;51(5):339-47. <https://doi.org/10.1002/j.1875-595X.2001.tb00847.x>
29. Zhang J, Huang Z, Cai Y, Luan Q. Digital assessment of gingiva morphological changes and related factors after initial periodontal therapy. *Journal of Oral Science*. 2021;63(1):59-64. <https://doi.org/10.2334/josnusd.20-0157>
30. Pelekos G, Fok M, Kwok A, Lam M, Tsang E, Tonetti MS. A pilot study on the association between soft tissue volumetric changes and non-surgical periodontal treatment in stage III periodontitis patients. A case series study. *Journal of Dentistry*. 2023 Jul 1;134:104536. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104536>
31. Kuralt M, Cmok Kučić A, Gašperšič R, Grošelj J, Knez M, Fidler A. Gingival shape analysis using surface curvature estimation of the intraoral scans. *BMC oral health*. 2022 Jul 12;22(1):283. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02322-y>

Дата першого надходження статті до видання: 15.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

БІОЛОГІЯ

УДК 616-074:796.01:612.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2026-2-16>

Бобрик Надія Юрївна,

*асистент кафедри клініко-лабораторної та
морфофункціональної діагностики,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0001-8914-5390
м. Ужгород, Україна*

Куц Єва Михайлівна,

*асистент кафедри фізичного виховання,
асистент кафедри клініко-лабораторної та
морфофункціональної діагностики,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0007-8131-4915
м. Ужгород, Україна*

Кривцова Марина Валеріївна,

*доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри клініко-лабораторної та
морфофункціональної діагностики,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-8454-2509
м. Ужгород, Україна*

Денчиля-Сакаль Ганна Михайлівна,

*кандидат біологічних наук,
викладач кафедри клініко-лабораторної та
морфофункціональної діагностики,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0009-0005-6200-196X
м. Ужгород, Україна*

ДОВГОСТРОКОВИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ МОНІТОРИНГ У СПОРТІ

Вступ. У сучасній спортивній медицині біологічний паспорт спортсмена (БПС) є інструментом інтеграції інформаційних технологій для моніторингу функціонального стану організму спортсмена. На відміну від традиційного допінг-контролю, БПС базується на виявленні непрямих маркерів та фізіологічних наслідків вживання заборонених субстанцій, що дозволяє створювати персоналізований «цифровий профіль» атлета.

Мета. Розглянути структуру та функціональні можливості гематологічних, стероїдних та ендокринних модулів БПС, а також оцінити переваги та виклики впровадження індивідуальних біологічних норм у практику сучасного лабораторного супроводу спорту.

Матеріали і методи. Проведено системний аналіз наукових джерел та нормативних документів WADA й НАДЦ. Пошук здійснювався у базах даних Google Scholar, PubMed та Medline.

Результати. Встановлено, що БПС ефективно диференціює природні варіації організму від допінгових маніпуляцій за допомогою трьох модулів. Гематологічний модуль відстежує 14 маркерів еритропоезу, стероїдний аналізує рівні ендогенних гормонів у сечі та крові, а найновіший ендокринний модуль фокусується на маркерах гормону росту. Виявлено, що ключовими викликами залишаються перехід від загальних популяційних норм до індивідуальних референтних інтервалів, вплив гендерних особливостей на варіабельність показників та ризики хибнопозитивних результатів через патології.

Висновки. БПС є інноваційною системою, що забезпечує об'єктивність антидопінгового контролю через довгостроковий моніторинг. Подальший розвиток системи пов'язаний із впровадженням штучного інтелекту та розробкою нових специфічних біомаркерів, що підвищать точність виявлення мікродозування заборонених препаратів.

Ключові слова: біологічний паспорт спортсмена, лабораторні методи, біохімічний та фізіологічний статус, функціональний стан організму, біомаркери допінгу, віддалені фізіологічні наслідки допінгу.

© Бобрик Н. Ю., Куц Є. М., Кривцова М. В.,
Денчиля-Сакаль Г. М., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Bobryk Nadiia Yuriivna, Assistant at the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0009-0001-8914-5390, Uzhhorod, Ukraine

Kuts Yeva Mykhailivna, Assistant at the Department of Physical Education, Assistant at the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0009-0007-8131-4915, Uzhhorod, Ukraine

Kryvtsova Maryna Valeriivna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor at the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0001-8454-2509, Uzhhorod, Ukraine

Denchylia-Sakal Hanna Mykhailivna, Lecturer at the Department of Clinical Laboratory and Morphofunctional Diagnostics, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0009-0005-6200-196X, Uzhhorod, Ukraine

LONG-TERM LABORATORY MONITORING IN SPORTS

Introduction. In modern sports medicine, the Athlete Biological Passport (ABP) is a tool for integrating information technologies to monitor the functional state of an athlete's organism. Unlike traditional doping control, the ABP is based on the detection of indirect markers and physiological consequences of the usage of prohibited substances, which allows the creation of a personalized "digital profile" of the athlete.

Objective. To examine the structure and functional capabilities of the hematological, steroid, and endocrine modules of the ABP, as well as to assess the advantages and challenges of implementing individual biological norms into the practice of modern laboratory support for sport.

Materials and Methods. A systematic analysis of scientific sources and regulatory documents of WADA and NADC was conducted. The search was carried out in the Google Scholar, PubMed, and Medline databases.

Results. It has been established that ABP effectively differentiates natural variations in an organism resulting from doping manipulations using three modules. The hematological module tracks 14 markers of erythropoiesis, the steroid module analyzes endogenous hormone levels in urine and blood, and the newest endocrine module focuses on growth hormone markers. The key challenges remain the transition from general population norms to individual reference intervals, the influence of gender characteristics on indicator variability, and the risk of false-positive results due to pathologies.

Conclusions. ABP is an innovative system that ensures the objectivity of anti-doping control through long-term monitoring. Further development of the system is linked to the introduction of artificial intelligence and the development of new, specific biomarkers, which will increase the accuracy of detecting microdoses of prohibited substances.

Key words: athlete biological passport, laboratory methods, biochemical and physiological status, functional state of an organism, doping biomarkers, long-term physiological effects of doping.

Вступ. У сучасній спортивній медицині біологічний паспорт спортсмена (Athlete Biological Passport, БПС) є інструментом інтеграції сучасних інформаційних технологій та лабораторних методик для моніторингу біомаркерів допінгу в організмі спортсмена. На відміну від традиційного допінг-контролю, заснованого безпосередньо на виявленні присутності в організмі спортсмена заборонених речовин, БПС базується на виявленні непрямих маркерів та віддалених фізіологічних наслідків вживання заборонених субстанцій, що дозволяє створювати персоналізований «цифровий профіль» атлета. БПС слугує інструментом довготривалого лабораторного контролю, фіксуючи варіації показників крові, сечі та сироватки, за якими можна судити про зміни функціонального стану організму спортсмена та відстежити наслідки вживання допінгу [1]. Такий підхід є більш виправданим з фізіологічної точки зору в контексті метаболічних особливостей різних фармакологічних груп заборонених препаратів, характеру їх впливів на фізіологічні процеси і параметри в організмі спортсмена і на формування довготривалих стійких корисних для того чи іншого виду спорту адаптивних змін.

Мета дослідження – окреслити історію та цілі запровадження БПС як документа й способу антидопінгового контролю, розглянути структуру та функціональні можливості модулів БПС, проаналізувати наявні обмеження щодо його практичного застосування, а також оцінити перспективи його подальшого використання у практиці сучасного лабораторного супроводу спорту вищих досягнень.

Методологія та методи дослідження. Дослідження базується на бібліосистематичному аналізі наукової літератури, знайденої у наукометричних базах Google Scholar, PubMed та Medline, та нормативних документів Всесвітнього антидопінгового агентства (WADA) і Національного антидопінгового центру (НАДЦ), – із застосуванням методів системного аналізу, порівняння та узагальнення.

Виклад основного матеріалу. За визначенням Національного антидопінгового центру, БПС – це програма і методи збору й узагальнення даних, визначених у міжнародному стандарті з тестування і розслідувань та Міжнародному стандарті для лабораторій [2]. В БПС фіксуються також проведення інфузій та переливань крові, які є забороненими методами для спортсменів [3]. Замість разових пошуків заборонених речовин, сучасний контроль базується на довгостроковому відстеженні індивідуальних показників крові. Використання байєсівських мереж у межах біологічного паспорта дозволяє антидопінговим органам накопичувати дані роками, створюючи «цифровий профіль» атлета. Такий підхід дає змогу математично чітко відрізнити природні коливання організму від аномалій, спричинених допінгом, враховуючи безліч прихованих чинників протягом усієї кар'єри. Сильною стороною паспорта є те, що він спирається на статистичний підхід, заснований на обґрунтованому емпіричному тестуванні на великих популяціях та виправданих протоколах [4].

До основних цілей ведення БПС відносять:

1. Виявлення непрямих ознак допінгу. Якщо спортсмен вживає мікродози заборонених препаратів

(наприклад, ЕПО або тестостерон), які швидко виводяться і не фіксуються тестами, вони все одно змінюють формулу крові або гормональний фон. БПС бачить ці «аномальні стрибки», які неможливо пояснити природними причинами.

2. Створення індивідуальної норми. Прогрес від ідеї «нормального діапазону» до біологічного паспорту, який забезпечує персоналізовані референтні інтервали, демонструє більшу усвідомленість індивідуальних біологічних варіацій [5].

3. Націлений допінг-контроль (Target Testing). Якщо показники в паспорті починають підозріло змінюватися, антидопінгові служби розуміють, що саме цього атлета потрібно перевіряти частіше і ретельніше, особливо в період пікових змагань.

Ведення БПС, система відбору проб, їх аналіз у акредитованих лабораторіях відповідно до статей Всесвітнього антидопінгового кодексу та Міжнародних стандартів (ISTI, ISL) забезпечує об'єктивність і надійність виявлення порушень [6, 7].

Щоб чітко розуміти стан розвитку БПС, слід звернутись до історії розвитку антидопінгових досліджень. До початку другого тисячоліття боротьба з допінгом у спорті була зосереджена на виявленні заборонених речовин у допінгових пробах спортсменів. І тільки у 60–70-их років почали свій стрімкий розвиток «допінгові технології», що пов'язують із прогресом знань щодо функціонування кровоносної і ендокринної систем людини. На початку 21 століття, деякі міжнародні спортивні федерації запровадили практику відбору на аналіз проб крові у спортсменів перед міжнародними змаганнями, а єдиними біомаркерами були гемоглобін та гематокрит. Одними з найперших почали вимірювати показники крові Міжнародна федерація лижних видів спорту та Всесвітній союз велосипедистів. Проте підхід мав ряд недоліків: для всіх спортсменів був встановлений однаковий верхній ліміт, що не враховував внутрішньоіндивідуальні варіації, а їх тестування проводили звичайні поліклініки. І тільки на початку 2000-х років австралійські та італійські вчені за сприяння ВАДА запропонували індивідуальні гематологічні профілі. Такий революційно новий підхід був спрямований не на пряму виявленні заборонених речовин, а на встановленні їхнього впливу на організм спортсмена у довготривалій перспективі [3].

На сьогодні БПС складається з трьох основних модулів:

1. Гематологічний модуль (Hematological Module): включає 14 біомаркерів крові. Відстежуються показники еритроцитарного паростку крові (гемоглобін, ретикулоцити, тощо). Мета модулю: виявити маніпуляції з кров'ю (переливання, вживання еритропоєтину), що покращують транспортування кисню. Завдяки мікроскопічному підходу, морфологія еритроцитів також може бути інноваційною перспективою в майбутньому, особливо для фіксації переливань крові [8]. Наукові публікації показують вищу варіабельність змінних цього профілю у спортсменів високого рівня порівняно зі здоровими суб'єктами контрольної групи [9]. Наприклад, у жінок протя-

гом різних фаз менструального циклу були виявлені значні відмінності в ретикулоцитах [10]. Такі дослідження підкреслюють необхідність ретельного врахування кількох супутніх факторів, що впливають на показники крові.

2. Стероїдний модуль (Steroidal Module): Аналізує рівні стероїдних гормонів, що виділяються з сечею. Метою модуля є виявлення вживання анаболічних стероїдів або маніпуляції для приховування їх вживання. Має на меті ідентифікувати використання 6 анаболічних андрогенних стероїдів та інших анаболічних агентів (вибіркові модулятори андрогенного рецептора). Кількісне визначення кількох ендогенних стероїдів у сироватці крові спортсменів проводять за допомогою аналізу ультрависокоєфективної рідинної хроматографії з високою роздільною здатністю (UHPLC-HRMS) [11]. Позитивні зразки підтверджуються ізотопною мас-спектрометрією, щоб чітко встановити екзогенне походження. Цей метод є високовартісним, але володіє кращою чутливістю порівняно з традиційними підходами [12, 13]. Стероїдний профіль є помічником у виявленні випадків підміни спортсменами сечі. Коли цифри профілю не співпадають з попередніми показниками, проводять аналіз ДНК декількох проб спортсмена. Проведення досліджень стероїдного модулю протягом довготривалого моніторингу є ускладненим для жінок, і полягає у високій внутрішньоіндивідуальній варіабельності показників [14].

Виявлення штучно введеної кількості гормонів є непростим завданням, оскільки потрібно аналізувати «допінгові проби» сечі та крові протягом кількох годин після їх введення. Тому була розроблена методика вимірювання співвідношення тестостерону з епітестостероном [12].

3. Ендокринний модуль (Endocrine Module) – найновіший модуль, введений у 2023 р., що фокусується на маркерах гормону росту, його аналогів чи фрагментів. Цей модуль може допомогти виявити також інсуліноподібний фактор росту.

Вищезазначені модулі базуються на серійних аналізах, де індивідуальна варіабельність нижча за популяційну, що дозволяє фіксувати аномалії функціонального стану [6, 15]. Крім того, довгостроковий моніторинг фіксує зміни маркерів (наприклад, OFF-score у гематології), пов'язані з допінгом чи патологіями, з урахуванням факторів, як висота, тренування чи менструальний цикл. Це доповнює прямі тести, спрямовуючи цільове тестування та розслідування, але не призначене для рутинної медичної оцінки здоров'я [16].

З 2009 року програма БПС запроваджена на світовому рівні. В тому ж році ВАДА ухвалила опис стандартизованого підходу до створення гематологічного профілю. У 2014 році до Керівництва було додано показники стероїдного профілю. Близько 50% несприятливих випадків відносять до анаболічних андрогенних стероїдів. 2/3 випадків введення стероїдів екзогенним шляхом виявлялися шляхом рутинних тестувань, а 1/3 позитивних проб характеризувалися залишковими кількостями. Тоді середньостатистичні показники по популяціях виявились ненадійними [17].

«Керівництво ВАДА з БПС» постійно оновлюється відповідно до вимог сучасності та новітніх технологій в галузі лабораторної діагностики. На одного спортсмена може бути заведено тільки один біологічний паспорт. Такий підхід допомагає уникнути дублювання тестувань, економити фінансовий і людський ресурс [3].

Правила ведення та заповнення БПС відбувається за чіткими правилами. Лабораторії проводять ідентифікацію заборонених речовин, їх метаболітів та маркерів, а результати фіксуються у системі ADAMS. Спортсменам видається особистий ідентифікаційний номер та пароль до особистого кабінету системи, в яку необхідні особисті дані. До календарю ADAMS спортсмен повинен вносити раз на три місяці всю погодинну інформацію про своє місцезнаходження. Спортсмен зобов'язаний бути доступним для відбору проб у будь-який час. Проби аналізуються у антидопінгових лабораторіях, акредитованих ВАДА, або лабораторіях на базі медичних чи наукових установ різних країн. Обробкою БМС займаються експерти Підрозділу управління біологічними паспортами (АПМУ) анонімно. В разі підозрілих БПС можуть призначити додаткові дослідження і направляти на перегляд зовнішнім експертам. До порушень антидопінгових правил відносяться в тому числі ухилення, відмова або неявка на процедуру здачі проб, ухилення від здачі проби, або без поважної причини відмови, або неявка на процедуру здачі проби, а також порушення порядку надання інформації про місцезнаходження [18].

При плануванні тестувань до розрахунку беруться ряд показників, наприклад, сезонний графік тренувань і змагань, вимоги до фізичної підготовки у різних видах спорту, можливі схеми прийому різних препаратів, спортивні результати спортсмена, його попередня допінгова історія та інших [19].

Варто зазначити також юридичну силу БПС. Будь-які відхилення від норми в БПС розглядаються як непрямий доказ застосування допінгу. Такий механізм дозволяє виявляти порушення навіть без прямого виявлення речовини, забезпечуючи системність і наукову точність сучасного антидопінгового контролю. Станом на 2021 р., програма БПС застосовується у 190 міжнародних спортивних організаціях. В Україні БПС використовує Національне антидопінгове агентство, що співпрацює з Варшавською антидопінговою лабораторією, акредитованою ВАДА [3].

Біологічний паспорт спортсмена має ключові переваги у виявленні допінгу та моніторингу здоров'я, але впровадження стикається з фінансовими та етичними викликами. До переваг БПС можна віднести: виявлення допінгу непрямим способом через зміни біомар-

керів у часі, навіть якщо речовина невідома чи вікно виявлення коротке; індивідуальний підхід (порівняння з власним профілем спортсмена, а не популяційними нормами); додатковий спосіб виявлення патології на ранніх стадіях, передаючи дані для медичного обстеження (анонімно); зниження амплітуди допінгу через стримуючий ефект (застосування юридичної відповідальності).

Поряд з перевагами, існує ряд викликів щодо ведення БПС. До них можна віднести: високі витрати на регулярні аналізи, інфраструктуру та експертний аналіз; ризик хибнопозитивних результатів через хвороби, травми; етичні питання (розкриття даних може допомогти спортсменам удосконалювати допінг або призвести до дискримінації). Виклики у проведенні досліджень, що входять до БПС, включають також вплив зовнішніх факторів на результати лабораторних показників (висота, гідратація, правильний відбір і транспортування матеріалу) [1]. Для стандартизації, точності та надійності інтерпретації показників є потреба в ≥ 3 тестах на рік [20].

У роботі [8] проведено порівняльний аналіз досліджень, опублікованих у рецензованих журналах, та звітів про профілі АБП з системи ADAMS. Дуже цікаво, що, незважаючи на частішу зустрічальність атипичних паспортних результатів у протоколах, що стосуються заборонених речовин, атипичні профілі також були виявлені у зв'язку з кількома фізіологічними факторами, що впливають на результати. У поєднанні зі зниженням чутливості при впровадженні мікродозування необхідна розробка нових специфічних біомаркерів. Наразі проводяться кілька досліджень, у яких штучний інтелект, безумовно, відіграватиме важливу роль. Тим не менш, для забезпечення специфічного та надійного аналізу ці нові маркери необхідно ретельно вивчити, щоб визначити природну мінливість, особливо в популяції елітних спортсменів зі збільшеним числом факторів впливу.

Висновки. Отже, біологічний паспорт спортсмена є інноваційною системою довгострокового моніторингу, яка за допомогою байєсівського моделювання дозволяє виявляти вживання допінгу через аномальні коливання індивідуальних біомаркерів, а не лише прямим пошуком заборонених речовин. Завдяки розподілу на гематологічний, стероїдний та ендокринний модулі, система забезпечує персоналізований підхід, що враховує унікальні фізіологічні особливості атлета та нівелює недоліки загальних популяційних норм. Подальший розвиток БПС пов'язаний із впровадженням нових специфічних маркерів та технологій штучного інтелекту, що дозволить підвищити точність диференціації між природними адаптаціями організму та використанням мікродоз допінгу.

REFERENCES

1. Mahendru D, Kumaravel J, Mahalmani VM, Medhi B. Athlete Biological Passport: Need and Challenges. *Indian J Orthop.* 2020 Jan 31;54(3):264-270. Available from: <https://doi:10.1007/s43465-020-00040-7>
2. Antydopingovi pravyla NADTs 2024 [Anti-doping rules of NADC 2024]. Kyiv; 2024. 77 p. (in Ukrainian).
3. Bordiuhova H. Bioloichnyi pasport sportsmena. Istorii, rozsliduvannia pravoporushen ta provedennia dystsyplinarnykh vprovadzhen antydopingovomy orhanizatsiiamy [Athlete biological passport. History, investigation of offenses and disciplinary proceedings by anti-doping organizations]. Kyiv; 2024. 57 p. (in Ukrainian)

4. Sottas PE, Robinson N, Saugy M. The athlete's biological passport and indirect markers of blood doping. *Handb Exp Pharmacol.* 2010;(195):305–326. Available from: https://doi:10.1007/978-3-540-79088-4_14
5. Badrick T. Biological variation: Understanding why it is so important?. *Pract Lab Med.* 2021;23:e00199. Available from: <https://doi:10.1016/j.plabm.2020.e00199>
6. World Anti-Doping Agency. Athlete Biological Passport Operating Guidelines. Version 9.0. Montreal: WADA; 2023.
7. World Anti-Doping Agency (WADA). Who We Are [Internet]. Montreal: WADA; [cited 2025 Feb 03]. Available from: <https://www.wada-ama.org/en/who-we-are>
8. Frontiers Production Office. Erratum: Future opportunities for the athlete biological passport. *Front Sports Act Living.* 2023;5:1173479. Available from: <https://doi:10.3389/fspor.2023.1173479>
9. Krumm B, Lundby C, Hansen J, Bejder J, Sørensen H, Equey T, et al. Yearly intrasubject variability of hematological biomarkers in elite athletes for the Athlete Biological Passport. *Drug Test Anal.* 2024;16(11):1285–1294. Available from: <https://doi:10.1002/dta.3645>
10. Mullen J, Baekken L, Bergström H, Björkhem Bergman L, Ericsson M, Ekström L. Fluctuations in hematological athlete biological passport biomarkers in relation to the menstrual cycle. *Drug Test Anal.* 2020;12(9):1229–1240. Available from: <https://doi:10.1002/dta.2873>
11. Ponzetto F, Mehl F, Boccard J, Baume N, Rudaz S, Saugy M, et al. Longitudinal monitoring of endogenous steroids in human serum by UHPLC-MS/MS as a tool to detect testosterone abuse in sports. *Anal Bioanal Chem.* 2016;408(3):705–719. Available from: <https://doi:10.1007/s00216-015-9185-1>
12. Nair VS, Husk J, Miller GD, et al. Otsinka pozdovzhnoho profiluвання steroidiv za dopomohoyu adaptivnoyi modeli ADAMS dlya vvyavlennya transdermalnoho, vnutrishnom'язovoho ta pidshkirnoho vvedennya testosteronu [Evaluation of longitudinal steroid profiling using the ADAMS adaptive model to detect transdermal, intramuscular and subcutaneous testosterone administration]. *Drug Test Anal.* 2020;12:1419-1431 (in Ukrainian).
13. de la Torre X, Jardines D, Botrè F. Evaluation of longitudinal (13)C IRMS data in antidoping analysis. *Drug Test Anal.* 2022;14(11-12):1914-1927. Available from: <https://doi:10.1002/dta.3339>
14. Ericsson M, Bhuiyan H, Yousif B, Lehtihet M, Ekström L. The intra-individual stability of GH biomarkers IGF-I and P-III-NP in relation to GHRH administration, menstrual cycle, and hematological parameters. *Drug Test Anal.* 2020;12(11):1620–1628. Available from: <https://doi:10.1002/dta.2953>
15. Saugy M, Lundby C, Robinson N. Monitoring of biological markers indicative of doping: the athlete biological passport. *Br J Sports Med.* 2014;48(10):827-832. Available from: <https://doi:10.1136/bjsports-2014-093512>
16. Dragčević D, Pandžić Jakšić V, Jakšić O. Athlete biological passport: longitudinal biomarkers and statistics in the fight against doping. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2024;75(1):24-31. <https://doi:10.2478/aiht-2024-75-3793>.
17. Piper T, Geyer H, Haenelt N, Huelsemann F, Schaenzer W, Thevis M. Current Insights into the Steroidal Module of the Athlete Biological Passport. *Int J Sports Med.* 2021;42(10):863–878. Available from: <https://doi:10.1055/a-1481-8683>
18. Tikhonova MA. Shchodo obmezhenia prava sportsmeniv na svobodu peresuvannia [Regarding the restriction of the athletes' right to freedom of movement]. In: *Problemy tsyvilnoho prava ta protsesu* [Problems of civil law and process]. Kharkiv; 2017. p. 220-222. (in Ukrainian).
19. Heta AV. Dopinh yak nevyrishuvana problema u sporti vyshchych dosiahnen [Doping as an unsolvable problem in high-performance sports]. In: *Modern Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects: Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference.* p. 209-213. (in Ukrainian).
20. Krumm B, Botrè F, Saugy JJ, Faiss R. Future opportunities for the Athlete Biological Passport. *Front Sports Act Living.* 2022;4:986. Available from: <https://doi:10.3389/fspor.2022.986875>

Дата першого надходження статті до видання: 14.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Кузнецова Олена Володимирівна,
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри хімії ліків та лікарської токсикології,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
ORCID ID: 0000-0002-5229-0287
м. Київ, Україна

Деніскіна Єва Романівна,
фармацевт-інтерн,
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
ORCID ID: 0009-0001-1217-0862
м. Київ, Україна

ВПЛИВ ДІЕТИЛОВОГО ЕСТЕРУ 5-АЛКІЛАМІНО-2-{N-[N-БЕНЗОІЛ-(4-МЕТИЛБЕНЗИЛІДЕН)ГЛІЦИЛ]АМІНОМЕТИЛ}-1,3-ОКСАЗОЛ-4-ІЛ ФОСФОНОВОЇ КИСЛОТИ НА РЕЗИСТЕНТНІСТЬ МЕМБРАН ЕРИТРОЦИТІВ АЛКОГОЛІЗОВАНИХ ЩУРІВ

Вступ. Алкогольна інтоксикація супроводжується порушенням структурно-функціональної організації мембран еритроцитів. Постає необхідність пошук нових біологічно активних сполук із мембраностабілізуючими та мембранопротекторними властивостями. Особливий науковий інтерес становлять похідні 1,3-оксазолу та фосфонової кислоти, для яких описано широкий спектр біологічної активності, проте їхній вплив на резистентність еритроцитів досліджений недостатньо.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на половозрілих білих щурах-самцях, які вводили діетиловий естер 5-алкіламіно-2-{N-[N-бензоіл-(4-метилбензиліден)гліцил]амінометил}-1,3-оксазол-4-іл фосфонової кислоти (ОВП-1) у дозі 25 мг/кг перед введенням 50% етанолу (5 мл/кг). Функціональний стан мембран еритроцитів оцінювали за показниками осмотичної, кислотної та пероксидної резистентності. Статистичну обробку даних здійснювали з використанням IBM SPSS Statistics 19.0, достовірність визначали при $P < 0,05$.

Результати. Внутрішньоочеревинне введення ОВП-1 зумовило зниження рівня гемолізу еритроцитів у 0,6% розчині NaCl на 38,8%, зменшення піку кислотної еритрограми на 14,28%, а також зниження показника пероксидної резистентності у 1,2 раза порівняно з алкоголізованими тваринами. Крім того, під впливом ОВП-1 час повного гемолізу еритроцитів у кислому середовищі відновлювався до рівня інтактних тварин.

Висновки. ОВП-1 проявляє мембраностабілізуючі та мембранопротекторні властивості за умов алкогольної інтоксикації, що дозволяє розглядати його як перспективну біологічно активну сполуку для корекції порушень структурно-функціонального стану клітинних мембран та реологічних властивостей крові.

Ключові слова: алкогольна інтоксикація, резистентність еритроцити, ОВП-1, похідні 1,3-оксазол-4-іл-фосфонової кислоти.

Kuznetsova Olena Volodymyrivna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Medicinal Chemistry and Toxicology, Bogomolets National Medical University; ORCID ID: 0000-0002-5229-0287, Kyiv, Ukraine

Deniskina Yeva Romanivna, Pharmacy-Intern, Bogomolets National Medical University; ORCID ID: 0009-0001-1217-0862, Kyiv, Ukraine

INFLUENCE OF DIETHYL ESTER OF 5-ALKYLAMINO-2-{N-[N-BENZOYL-(4-METHYLBENZYLIDENE)GLYCYL]AMINOMETHYL}-1,3-OXAZOL-4-YL PHOSPHONIC ACID ON ERYTHROCYTE MEMBRANE RESISTANCE IN ETHANOL-INTOXICATED RATS

Introduction. Alcohol intoxication is accompanied by disturbances in the structural and functional organization of erythrocyte membranes. This highlights the need to identify new biologically active compounds with membrane-stabilizing and membrane-protective properties. Particular scientific interest is focused on derivatives of 1,3-oxazole and phosphonic acid, for which a wide range of biological activities has been described. However, their effect on erythrocyte resistance has not been sufficiently investigated.

Materials and Methods. The study was conducted on sexually mature female white rats, which were administered diethyl ester of 5-alkylamino-2-{N-[N-benzoyl-(4-methylbenzylidene)glycyl]aminomethyl}-1,3-oxazol-4-ylphosphonic acid (OVP-1) at a dose of 25 mg/kg prior to the introduction of 50% ethanol (5 ml/kg). The functional state of erythrocyte membranes was assessed by indicators of osmotic, acid, and peroxide resistance. Statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 19.0, with significance determined at $P < 0.05$.

© Кузнецова О. В., Деніскіна Є. Р., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Results. Intraperitoneal administration of OVP-1 resulted in a 38.8% decrease in erythrocyte hemolysis in 0.6% NaCl solution, decreased the peak of the acid erythrogram by 14.28%, and lowered the peroxide resistance index by 1.2-fold compared with alcoholized animals. In addition, under the influence of OVP-1, the time to complete erythrocyte hemolysis in an acidic medium was restored to the level observed in intact animals.

Conclusions. OVP-1 exhibits membrane-stabilizing and membrane-protective properties under conditions of alcohol intoxication, suggesting its potential as a promising biologically active compound for correcting disturbances in the structural and functional state of cellular membranes and the rheological properties of blood.

Key words: alcohol intoxication, erythrocyte resistance, OVP-1, 1,3-oxazol-4-yl-phosphonic acid derivatives.

Вступ. Алкогольна залежність та надмірне споживання спиртних напоїв залишаються однією з провідних медико-соціальних проблем сьогодення. За даними останнього звіту Центру громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України, серед населення зберігається високий показник епізодичного споживання алкоголю, значна поширеність алкогольних розладів серед дорослого населення та виражений негативний вплив алкоголю на показники смертності чоловіків працездатного віку [1].

Токсична дія етилового спирту супроводжується порушення антиоксидантного захисту, розвитком оксидативного стресу, активацією пероксидного окиснення ліпідів та підвищення чутливості клітин до ушкоджувальних факторів [2]. Такі патологічні зміни призводять до зміни структурно-функціональної організації клітин та спричиняють системні ураження організму. Одним із інформативних показників цих процесів є резистентність еритроцитів, яка демонструє стабільність клітинних мембран та їхню здатність протистояти гемолізу.

Особливої актуальності набуває пошук нових біологічно активних сполук, здатних модулювати структурно-функціональний стан клітинних мембран і зменшувати прояви токсичної дії алкоголю. Значний науковий інтерес викликають похідні 1,3-оксазолу та фосфонові кислоти, для яких описано широкий спектр біологічної активності [3]. Предметом дослідницької уваги є діетиловий естер 5-алкіламіно-2- $\{N$ -[N -бензоіл-(4-метилбензиліден)гліцил]амінометил}-1,3-оксазол-4-іл фосфонові кислоти (лабораторний шифр ОВП-1) (Рис.1).

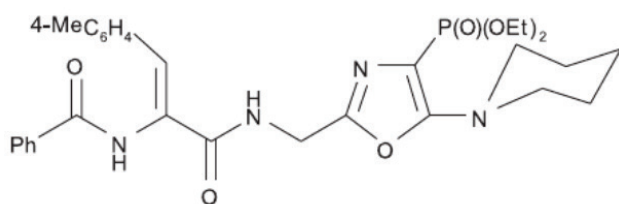


Рис. 1. Хімічна формула ОВП-1

Сучасні експериментальні дані вказують, що ОВП-1 проявляє антиоксидантні властивості шляхом гальмування вільнорадикально окиснення ліпідів [4], модулює систему оксиду азоту (NO) [5], інгібує активність фосфодіестерази [6], впливає на транспорт іонів кальцію [7] та знижує еритроцитарний індекс інтоксикації за умов вживання етанолу. [8]. Попри це, вплив цих сполук на структурно-функціональний стан еритроцитів за умов гострої алкогольної інтоксикації досліджений недостатньо.

Мета дослідження – вивчити вплив похідної 1,3-оксазолу та фосфонові кислоти ОВП-1 на резистентність еритроцитів крові щурів за умов гострої алкогольної інтоксикації.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на трьох групах половозрілих білих щурів-самців: 1 група – інтактні тварини, 2 група – щурі з експериментальною моделлю гострої алкогольної інтоксикації [9], 3 група – щурі, яким з метою попередження розвитку алкогольної інтоксикації або зменшення ступеня токсичної дії етанолу, внутрішньоочередово вводили ОВП-1 у дозі 25 мг/кг за 60 хвилин до введення 50% етанолу (5 мл/кг). Через 60 хвилин після введення етанолу у тварин забирали кров у пробірки з гепарином і готували суспензію еритроцитів. Усі інвазивні втручання та евтаназію тварин проводили з дотриманням «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986) [11] та Закону України від 21.02.2006 № 3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» [12].

Структурно-функціональний стан мембран еритроцитів оцінювали за показниками осмотичної резистентності у серії гіпотонічних розчинів хлориду натрію (NaCl) [13], кислотної резистентності, яку визначали за методом Терскова і Гітельсона [14], та пероксидної резистентності відповідно до описаного підходу [15].

Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали з використанням програми IBM SPSS Statistics 19.0. Вірогідність відмінностей вважали статистично значущою при рівні $P < 0,05$.

Основний матеріал. За умов алкогольної інтоксикації спостерігаються виражені зміни фізико-хімічних характеристик мембран еритроцитів, порушується їхня проникність та зростає чутливість клітин до гемолітичних чинників. Це призводить до зміни резистентності еритроцитів, яка є важливим показником стабільності клітинних мембран. На рисунку 2 наведено залежність гіпотонічного гемолізу еритроцитів щурів досліджуваних груп від концентрації хлориду натрію у середовищі.

У діапазоні концентрацій 0,1–0,4% хлориду натрію інтенсивність гемолізу достовірно не відрізнялася між усіма експериментальними групами. Введення ОВП-1 мало позитивний ефект: у 0,50% розчині хлориду натрію відмічено зменшення частки гемолізованих еритроцитів на 17% відносно 2-ої групи та у 3,1 раза порівняно з інтактними тваринами. У 0,6% розчині хлориду натрію кількість гемолізованих еритроцитів знизилася на 38,8% порівняно з 2-ою групою, що свідчить про підвищення осмотичної стійкості клітинних мембран. Проте за показником порогової

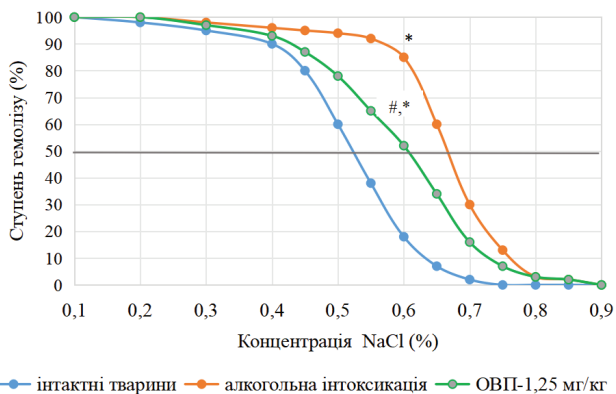


Рис. 2. Вплив ОБП-1 на осмотичну резистентність еритроцитів алкоголізованих щурів (n = 6)

Примітка: * – порівняно з показниками інтактних тварин, $P < 0,05$;
– порівняно з показниками алкоголізованих щурів, $P < 0,05$

концентрації (рівень гемолізу не перевищує 10%) еритроцити тварин 2- та 3-ої груп достовірно не відрізнялися, рівень гемолізу залишався вищим порівняно з інтактними тваринами (18% у 1-й групі проти 52% у 3-ій групі). Еритроцити тварин 2- та 3-ої груп досягають 50%-го рівня гемолізу в середовищах із більш високими концентраціями хлориду натрію порівняно з інтактними тваринами.

Результати дослідження впливу ОБП-1 на стійкість еритроцитів алкоголізованих щурів до кислотного гемолізу представлені на рисунку 3.

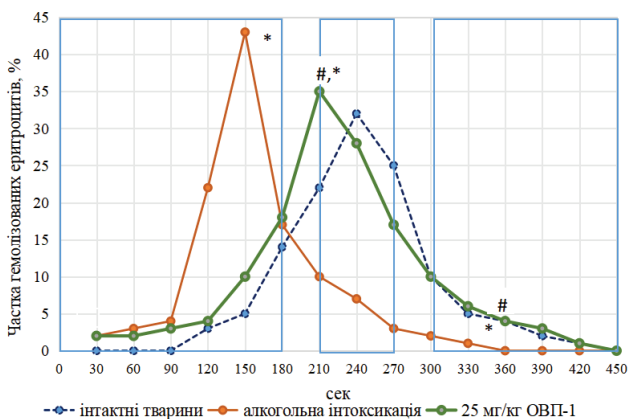


Рис. 3. Кислотні еритрограми алкоголізованих щурів за дії ОБП-1 (n = 6)

Примітка: * – порівняно з показниками інтактних тварин, $P < 0,05$;
– порівняно з показниками щурів з гострою алкогольною інтоксикацією, $P < 0,05$

У щурів, яким вводили ОБП-1, зафіксовано зміщення еритрограми вправо порівняно з 2-ою групою, що свідчить про формування популяції стійких та високостійких еритроцитів. Частка гемолізованих еритроцитів у тварин 3-ої групи зменшилася на 19,45% відносно 2-ої групи, проте залишалася на 8,31% більшою, ніж у інтактних тварин. Тривалість повного гемолізу під впливом ОБП-1 статистично не відрізня-

лася від інтактних тварин, тоді як час максимального гемолізу перевищував аналогічний показник у щурів із гострою інтоксикацією у 1,4 раза. Зменшення амплітуди піку еритрограми на 14,28% у 3-ій групі підтверджує підвищення резистентності еритроцитів до кислотного середовища. Встановлені відмінності у параметрах кислотної резистентності еритроцитів щурів у всіх досліджуваних групах були статистично значущими на етапах піку та завершення гемолізу. Порівняльний аналіз кривих кислотної резистентності еритроцитів крові щурів може свідчити про виражений мембраностабілізуючий ефект ОБП-1 за умов гострої алкогольної інтоксикації.

Визначенні пероксидної резистентності еритроцитів відображає здатність організму протидіяти оксидативному стресу та корелює зі стабільністю мембранних фосfolіпідів [15]. У алкоголізованих тварин показник пероксидного гемолізу еритроцитів перевищував аналогічне значення у інтактних тварин у 1,95 раза (рис. 4), що свідчить про високу чутливість еритроцитів до пероксидного гемолізу при споживанні 50% етанолу. На рисунку 4 видно, що введення ОБП-1 призвело до зниження пероксидної резистентності еритроцитів у 1,2 раза. У тварин 3-ої групи рівень пероксидної резистентності еритроцитів перевищував відповідний показник інтактних тварин у 1,7 раза.

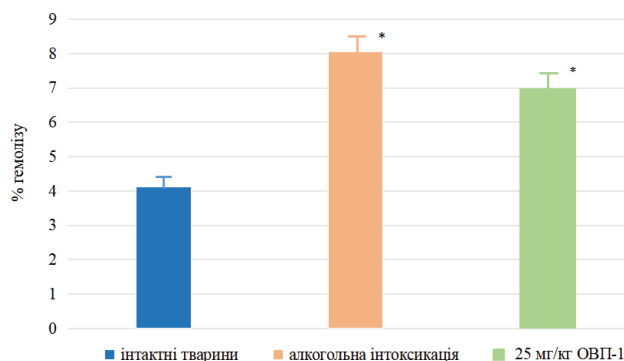


Рис. 4. Вплив ОБП-1 на пероксидну резистентність еритроцитів алкоголізованих щурів (M ± m, n = 6)

Примітка: * – порівняно з показниками інтактних тварин, $P < 0,05$;
– порівняно з показниками щурів з гострою алкогольною інтоксикацією, $P < 0,05$

Висновки. За умов гострої алкогольної інтоксикації у щурів встановлено порушення фізико-хімічних властивостей мембран еритроцитів. Під впливом ОБП-1 в дозі 25 мг/кг чутливість еритроцитів до гіпотонічного, кислотного та пероксидного гемолізу у алкоголізованих щурів достовірно знижувалася. Отримані результати свідчать про доцільність подальшого дослідження механізмів дії похідної 1,3-оксазолу та фосфонові кислоти ОБП-1 в умовах токсичною дією етанолу та відкривають перспективи розробки нових підходів до корекції порушень структурно-функціонального стану клітинних мембран і реологічних властивостей крові за умов алкогольної інтоксикації.

REFERENCES

1. National report on the drug and alcohol situation in Ukraine 2025 (based on data from 2024). [Internet]. [cited 2026 Mar 20] Available from: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/zalezhnist-vid-psikhoaktivnikh-rechovin/analitika-i-mizhnarodni-rekomendacii>.
2. Tsermpini E.E, Plemenitaš, Ilješ A, Dolžan V. Alcohol-Induced oxidative stress and the role of antioxidants in alcohol use disorder: a systematic review. *Antioxidants (Basel)*. 2022. Jul 15;11(7):1374. <https://doi.org/10.3390/antiox11071374>.
3. Kakkar S., Narasimhan B. A comprehensive review on biological activities of oxazole derivatives. *BMC Chem*. 2019 Feb 4;13(1):16. <https://doi.org/10.1186/s13065-019-0531-9>.
4. Matskevych K. Research of 1,3-oxazole-4-yl-phosphonic acid derivative on the content of fatty acids of lipids in rats with arterial hypertension. *Science Rise: Pharmaceutical Science*. 2018;№4(4):P.28-31. <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2018.141411>
5. Nizhenkovska IV, Sedko KV, Kuznetsova OV. Study of influence of 1,3-oxazole-4-yl-phosphonic acid derivative on nitric oxide system indicators in rats with arterial hypertension. *Česká a slovenská farmacie*. 2018;67,4:P. 154–9. <https://doi.org/10.36290/csf.2018.022>
6. Nizhenkovska IV, Matskevych KV, Golovchenko OI, Golovchenko OV, Kustovska AD, Van M. New Prospective Phosphodiesterase Inhibitors: Phosphorylated Oxazole Derivatives in Treatment of Hypertension. *Adv Pharm Bull*. 2023 Mar;13(2):399-407. <https://doi.org/10.34172/apb.2023.044>.
7. Sedko KV, Nizhenkovska IV, Kuznetsova OV, Kryvoi II. Doslidzhennia vplyvu pokhidnoho 1,3-oksazol-4-il-fosfonovoi kysloty na riven ioniv kaltsiu v syrovattsi krovi shchuriv z arterialnoiu hipertenziieiu. [abstract]. In: *Advances of science: International scientific conference, Czech Republic, Karlovy Vary – Kyiv, 1 June 2018*. Czech Republic, Karlovy Vary, Ukraine, Kyiv: MCNIP, 2018. P. 95-6. [in Ukrainian].
8. Deniskina YR., Kuznetsova OV. Doslidzhennia vplyvu pokhidnoho 1,3-oksazol-4-il-fosfonovoi kysloty na stan membran erytrocytiv za umov spozhyvannia etanolu. [tezy dop.]. V: *Ukrainskyi naukovo-medychnyi molodizhnyi zhurnal*. 2025; dodatok 4 (159):s.139-140. Available from: <https://mmj.nmuofficial.com/index.php/journal/issue/view/68/159%20PDF> [in Ukrainian].
9. Kuczyńska, Joanna, Nieradko-Iwanicka, Barbara. The effect of ketoprofen lysine salt on mucosa of rat stomach after ethyl alcohol intoxication. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 2021; Volume 141:111938. <https://DOI:10.1016/j.biopha.2021.111938>.
10. Yevropeiskoi konventsii pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, shcho vykorystovuiutsia dlia doslidnykh ta inshykh naukovykh tsilei (Strasburh, 18 bereznia 1986 roku). [Internet]. [cited 2026 Mar 20]. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_137#Text. [in Ukrainian].
11. Zakonu Ukrainy vid 21.02.2006 №3447-IV «Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia». [Internet]. [cited 2026 Mar 20]. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3447-15#Text>. [in Ukrainian].
12. Vlasenko N. Rezystentnist erytrocytiv pry krovovtrati ta yii korektsii syntetychnym antyoksydantom. Aktualni problemy suchasnoi medytsyny: *Visnyk Ukrainiskoi medychnoi stomatolohichnoi akademii* 2023;23(2.2):12-6. Dostupno z: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.23.2.2.12> [in Ukrainian].
13. Mikaelyan MS, Shahinyan MA, Poghosyan GH, Sargsyan EG, Nerkararyan AV. Study of aspirin effect on stability of membranes of rat blood erythrocytes by acidic hemolysis method. 2022. *Proceedings of the YSU B: Chemical and Biological Sciences* 56 (1 (257): 56-62. <https://doi.org/10.46991/PYSU:B/2022.56.1.056>.
14. Masuoka N, Zukeran A, Takemoto K, Wang DH, Ishihara K. Effect of hydrogen peroxide on normal and acatalasemic mouse erythrocytes. *Toxicol Rep*. 2020 Feb 7;7:282-287. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2020.02.001>.
15. Orrico F, Laurance S, Lopez AC, Lefevre SD, Thomson L, Möller MN et al. Oxidative stress in healthy and pathological red blood cells. *Biomolecules*. 2023;Vol 13. Art 1262. doi: <https://doi.org/10.3390/biom13081262>.

Дата першого надходження статті до видання: 20.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Pantyo Valeriy Valeriiovych,

*Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of microbiology, virology,
and epidemiology with the course of infectious diseases,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0000-0002-0207-3372
Uzhhorod, Ukraine*

Fedelesh Viktoriia Volodymyrivna,

*3rd year student, medical faculty,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0009-0003-2940-4850
Uzhhorod, Ukraine*

Danko Elvira Mykhailivna,

*Doctor of Philosophy, Associate Professor
at the Department of Restorative Dentistry,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0000-0002-3997-9311
Uzhhorod, Ukraine*

Pantyo Valeriy Ivanovych,

*Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of General Surgery,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0000-0003-2137-1567
Uzhhorod, Ukraine*

Koval Galyna Mykolaivna,

*Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of the Department of Microbiology, Virology,
and Epidemiology with the Course of Infectious Diseases,
Uzhhorod National University
ORCID ID: 0000-0003-4391-2950
Uzhhorod, Ukraine*

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE COMBINED APPLICATION OF PHOTSENSITIZERS AND RED-SPECTRUM LED RADIATION

Introduction. The irrational and excessive use of antibiotics in clinical practice, as well as the widespread application of antimicrobial agents beyond the medical field, contributes to the accelerated spread of antimicrobial resistance. This, in turn, necessitates the search for effective non-pharmacological approaches to combating infectious agents.

The aim of this study was to investigate the combined effects of photosensitizers (PS) – 0.1% aqueous solutions of azure, methylene blue, methylene green, and brilliant green – and red-spectrum light-emitting diode (LED) irradiation on the growth of opportunistic microorganisms.

Materials and Methods. To determine the antimicrobial effects of combined PSs application and red-spectrum LED irradiation on microbial growth, microorganisms were divided into several groups to independently assess the effects of PSs, LED irradiation, and their combined application. The objects of study were clinical isolates of *Staphylococcus aureus* (n = 5), *Candida albicans* (n = 5), *Escherichia coli* (n = 5), and *Enterococcus faecalis* (n = 5), as well as reference strains *S. aureus* ATCC 25923, *C. albicans* ATCC 2091, and *E. coli* ATCC 25922.

Results and discussion. The combined effect of the PSs methylene blue and azure with red-spectrum LED irradiation led to a reduction in the growth intensity of the studied microbial strains by an average of 34.1-72.5% compared with the control groups. The degree of antimicrobial effect observed with the combined use of PSs and LED significantly exceeded that of the photosensitizers applied individually. A 0.1% aqueous solution of methylene green did not exhibit antimicrobial activity either when used alone or in combination with LED irradiation, whereas brilliant green resulted in complete inhibition of microbial growth.



Conclusions. The developed aPDT method using the PSs methylene blue and azure demonstrated a significant antimicrobial effect, which was on average 17.8–52.7% higher compared with the use of the PSs alone. Considering its high efficacy and the absence of risk for the development of microbial resistance, the aPDT method may be recommended for the complex treatment of purulent-inflammatory processes caused by opportunistic microorganisms.

Key words: opportunistic microorganisms, antimicrobial photodynamic therapy, antibiotic resistance, low-intensity irradiation.

Пантьо Валерій Валерійович, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри мікробіології, вірусології та епідеміології з курсом інфекційних хвороб, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0000-0002-0207-3372, м. Ужгород, Україна

Феделеш Вікторія Володимирівна, студентка 3 курсу медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0009-0003-2940-4850, м. Ужгород, Україна

Данко Ельвіра Михайлівна, доктор філософії, доцент кафедри терапевтичної стоматології, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0000-0002-3997-9311, м. Ужгород, Україна

Пантьо Валерій Іванович, кандидат медичних наук, доцент, доцент кафедри загальної хірургії ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0000-0003-2137-1567, м. Ужгород, Україна

Коваль Галина Миколаївна, доктор медичних наук, професор завідувач кафедри мікробіології, вірусології та епідеміології з курсом інфекційних хвороб, ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; ORCID ID: 0000-0003-4391-2950, м. Ужгород, Україна

ПРОТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОСЕНСИБІЛІЗАТОРІВ ТА СВІТЛОДІОДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ЧЕРВОНОГО СПЕКТРУ

Вступ. Нераціональне і надмірне застосування антибіотиків у клінічній практиці, а також широке використання протимікробних засобів поза межами медицини зумовлює пришвидшення темпів поширення антимікробної резистентності, що в свою чергу зумовлює пошук ефективних немедикаментозних засобів боротьби з інфекційними агентами.

Метою роботи було дослідити комплексний вплив фотосенсибілізаторів (ФС) – 0,1% водних розчинів азуру, метиленового синього, метиленового зеленого, брильянтового зеленого та світлодіодного випромінювання червоного спектру на ріст умовно-патогенних мікроорганізмів.

Матеріали і методи. При дослідженні сумісного впливу ФС та світлодіодного випромінювання червоного спектру на інтенсивність росту мікроорганізмів, останні було поділено на кілька груп для вивчення ступеню впливу вказаних факторів окремо. Об'єкти дослідження – клінічні ізоляти *S. aureus* (n = 5), *C. albicans* (n = 5), *E. coli* (n = 5) та *E. faecalis* (n = 5), а також колекційні штами *S. aureus* ATCC 25923, *C. albicans* ATCC 2091 та *E. coli* ATCC 25922.

Результати досліджень та їх обговорення. Комплексний вплив ФС метиленового синього та азуру зі світлодіодним випромінюванням червоного спектру зумовлював зниження інтенсивності росту досліджуваних штамів мікроорганізмів в середньому на 34,1-72,5%, порівняно з контрольними групами. Ступінь антимікробного впливу при сумісному застосуванні ФС та LED суттєво перевищував дію ФС при окремому їх застосуванні. 0,1% водний розчин метиленового зеленого не проявляв протимікробної активності ані при самостійному застосуванні, ані в комплексі з LED, тоді як брильянтовий зелений зумовлював повне інгібування росту мікроорганізмів.

Висновки. Розроблена методика аФДТ із використанням ФС метиленового синього та азуру володіє суттєвим протимікробним ефектом, який в середньому на 17,8–52,7% вищий у порівнянні з окремим застосуванням ФС. Зважаючи на високу ефективність та відсутність ризику виникнення резистентності мікроорганізмів, метод аФДТ може бути рекомендований для комплексного лікування гнійно-запальних процесів, зумовлених умовно-патогенними мікроорганізмами.

Ключові слова: умовно-патогенні мікроорганізми, антимікробна фотодинамічна терапія, антибіотикорезистентність, низькоінтенсивне випромінювання.

Introduction. In just about 100 years since their discovery, antibiotics have radically transformed modern medicine, saved millions of human lives, and contributed to an increase in average human life expectancy by nearly 23 years. They have become an essential component in the treatment of infectious diseases and have enabled the performance of life-saving therapeutic interventions and complex medical procedures, including surgical operations, organ transplantation, chemotherapy, and intensive care treatment [1–3].

At the same time, antimicrobial resistance (AMR) represents a natural and inevitable biological phenomenon resulting from the intrinsic ability of microorganisms to acquire genetic mutations and exchange resistance determinants through horizontal gene transfer [4]. However, the emergence and rapid dissemination of

resistant pathogens have been significantly accelerated by the irrational and excessive use of antibiotics in clinical practice. The situation is further exacerbated by the extensive application of antimicrobial agents beyond human medicine, particularly in agriculture and animal husbandry, which contributes to the selection and spread of resistant microorganisms across human, animal, and environmental reservoirs [5, 6].

Despite the implementation of multiple strategies aimed at addressing antimicrobial resistance (AMR) over recent decades, the spread of resistance continues to show no signs of slowing [7, 8]. Consequently, the investigation of novel approaches for combating infectious agents remains highly relevant. Among emerging alternatives, antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) has gained considerable attention due to several advantages,

including its non-invasive nature, minimal adverse effects, activity against a broad spectrum of Gram-positive and Gram-negative bacteria as well as fungi and viruses, and its potential to reduce pharmacological burden on the patient [9–11]. This method involves the use of a photosensitizer (PS) followed by irradiation with low-intensity light of an appropriate wavelength. This initiates a photodynamic reaction, leading to the generation of reactive oxygen species [9, 12, 13].

Several aspects concerning the effects of low-intensity radiation on the biological properties of microorganisms, as well as the role of radiation parameters such as coherence and polarization during combined application with photosensitizers, require further in-depth investigation.

The aim of this study was to investigate the combined effects of photosensitizers – 0.1% aqueous solutions of azure, methylene blue, methylene green, and brilliant green in combination with red-spectrum light-emitting diode (LED) radiation on the growth of opportunistic microorganisms.

Methodology and Methods. The investigated microorganisms were standardized as follows: 24-hour agar cultures or 5–6-hour broth cultures of both clinical and reference strains were suspended in a liquid nutrient medium and adjusted to an optical density equivalent to 0.5 McFarland standards. The resulting suspensions were then further diluted by a factor of 1.25×10^5 .

To evaluate the combined effects of PSs and low-intensity radiation, as well as the individual contributions of each factor, the studied microorganisms were divided into several experimental groups (table 1).

The first (control) group consisted of the tested microorganisms, whose standardized inoculum was subcultured onto Petri dishes containing nutrient medium without any additional treatment. The microorganisms in the second group were exposed to low-intensity irradiation for 10 minutes. The volume of the irradiated suspension was 1 ml. For the third group, 100 μ L of the photosensitizer (PS) was added to 900 μ L of the inoculum, followed by a 10-minute dark incubation period, after which the suspension was plated onto Petri dishes. In the fourth group, the PS was added in the same proportion as in the third group. After a 10-minute dark incubation, the samples were exposed to low-intensity light of the appropriate wavelength for 10 minutes.

Table 1

Groups of microorganisms used to investigate the combined effects of photosensitizers and low-intensity radiation on their growth intensity

| Group 1 | Group 2 | Group 3 | Group 4 |
|---|--|---|---|
| Microbial inoculum subcultured onto nutrient medium | Microbial inoculum exposed to low-intensity radiation (10 min) | Microbial inoculum treated with photosensitizer (PS) in a 9:1 ratio | Microbial inoculum treated with PS followed by exposure to low-intensity radiation of the appropriate wavelength (10 min) |

The study objects included clinical isolates of *Staphylococcus aureus* (n = 5), *Candida albicans* (n = 5), *Enterococcus faecalis* (n = 5), and *Escherichia coli* (n = 5), collected from periodontal pockets of patients with chronic generalized periodontitis. In addition, reference strains *S. aureus* ATCC 25923, *C. albicans* ATCC 2091, and *E. coli* ATCC 25922 (Selectrol®, UK) were used. Studies involving reference strains were performed in five independent replicates to ensure statistical reliability. Clinical isolates were identified using standard bacterioscopic and bacteriological methods [14]. For the final identification of pure cultures of microorganisms, a biochemical method using test systems STAPHYtest 16, CANDIDAtest 21, and ENTEROtest 16 («PLIVA-Lachema a.s.», Czech Republic) was employed.

Red and near-infrared LED irradiation was generated using the *Medolight Red Biotron Light Therapy System* (Zepter, Switzerland, 2017). The device generates radiation with wavelengths of 640 ± 30 nm and 880 ± 30 nm at a power density of 5.35 mW/cm² at a distance of 0–1 cm, and operating in five emission frequency modes: 0 Hz, 10 Hz, 600 Hz, 3000 Hz, and 8000 Hz. Irradiation of standardized microbial inoculum was carried out in sterile Petri dishes at a fixed distance of 1 cm from the light source with exposure of 10 min and frequency 8000 Hz. The volume of each irradiated inoculum was 1 ml.

Statistical analysis of the obtained data was performed by calculating the mean values and standard deviations. Differences between control and experimental groups of microorganisms were evaluated using analysis of variance (ANOVA) followed by Tukey's post hoc test. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$.

Results and discussion. In previous studies [15] the optical absorption spectra of the indicated photosensitizers (PS) in the visible and near-infrared ranges were determined. Accordingly, the absorption maximum of azure was 621 nm, methylene blue – 664 nm, methylene green – 631 nm, and brilliant green – 624 nm, which corresponds to the red spectral region and, consequently, to the range of the red LED radiation source (640 ± 30 nm).

A pronounced antimicrobial effect of the combined application of a 0.1% aqueous solution of methylene blue and LED irradiation on the growth of all tested microorganisms was demonstrated (table 2).

The addition of methylene blue caused a reduction in the number of colonies of clinical isolates of *S. aureus* by an average of 24.8% compared with group 1 ($p = 0.0026$). The combined effect of the photosensitizer and red-spectrum LED irradiation reduced the growth intensity of the specified *S. aureus* strains by an average of 51.0% compared with the control ($p < 0.0001$).

In the case of the reference strain *S. aureus* ATCC 25923, the growth intensity in group 2 was, on average, 16% higher than in the control ($p = 0.0063$). The number of colonies in groups 3 and 4 was, on average, 19.0% ($p = 0.0021$) and 34.3% ($p < 0.0001$) lower, respectively, compared with group 1 (Fig. 1).

The growth intensity of groups 3 and 4 of the studied strains *C. albicans*, *E. coli*, and *E. faecalis* was, on average, 18.8–28.5% and 34.4–48.9% lower, respectively, compared with the control. At the same time, the difference

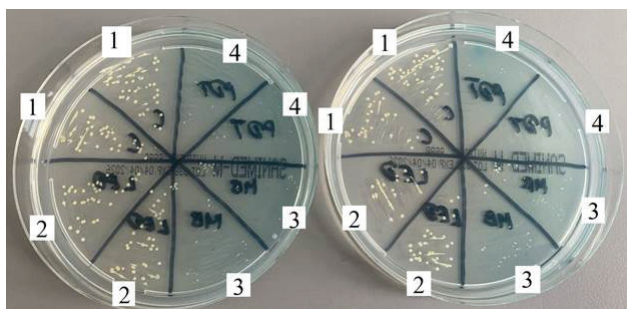


Fig. 1. Growth of *S. aureus* after subculturing onto nutrient media. 1 – control; 2 – culture exposed to red-spectrum LED irradiation; 3 – addition of methylene blue; 4 – addition of methylene blue followed by red-spectrum LED irradiation

in the number of colonies between groups 1 and 3 of *C. albicans* was not statistically significant ($p \geq 0.1163$).

It should be noted that in all cases the intensity of microbial growth in group 4 was statistically significantly lower compared with microorganisms of groups 1-3 ($p < 0.05$).

The combined application of a 0.1% aqueous solution of azure and red-spectrum LED-radiation also demonstrated a pronounced antimicrobial effect against all tested strains. Quantitative and statistically processed data on microbial growth intensity are presented in the table 3.

The addition of a 0.1% aqueous solution of azure to microorganisms in group 3 reduced their growth intensity by an average of 18.2-41.9% compared with the control groups. The combined effect of azure and LED irradiation decreased the number of colonies of the studied strains by an average of 34.1-72.5% compared with the control. Figure 2 shows the growth of a clinical isolate of *S. aureus* in different groups.

The microbial growth intensity in group 4 was on average 17.8-52.7% lower compared with microorganisms in group 3. In the experimental series involving the

combined application of red-spectrum LED irradiation and azure, the separate application of irradiation alone did not produce a statistically significant effect on the number of microbial colonies compared with the control groups.

The results of studies using 0.1% aqueous solution brilliant green demonstrated a pronounced antimicrobial effect of this substance and complete inhibition of the growth of the tested microorganisms when applied separately (fig. 3).

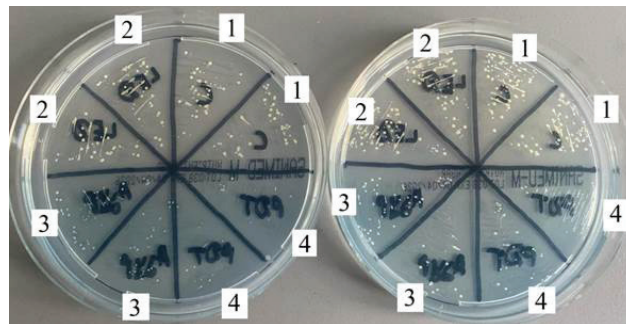


Fig. 2. Growth of *S. aureus* after subculturing onto nutrient media. 1 – control; 2 – culture exposed to red-spectrum LED irradiation; 3 – addition of azure; 4 – addition of azure followed by red-spectrum LED irradiation.

The application of a 0.1% aqueous solution of methylene green as a PS did not result in statistically significant changes in the growth intensity of the investigated microorganisms, either following its standalone administration or upon combined exposure with red-spectrum LED irradiation (fig. 4).

Thus, the combined effect of 0.1% aqueous solutions of methylene blue and azure with red-spectrum LED irradiation demonstrated significant antimicrobial activity against all tested clinical and reference microbial strains. The most pronounced antimicrobial effect was observed when the photosensitizer azure was applied against *E. faecalis*.

Table 2

Number of microbial colonies following combined application of methylene blue and red-spectrum LED irradiation ($\bar{x} \pm SD$)

| Species of microorganisms | Group 1 | Group 2 | Group 3 | Group 4 |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>S. aureus</i> , clinical isolates (n = 5) | 57.4 ± 5.9 a | 62.4 ± 5.9 a | 43.2 ± 4.5 b | 30.6 ± 3.7 c |
| <i>S. aureus</i> ATCC 25923 (n = 5) | 60.0 ± 4.9 b | 69.6 ± 3.2 a | 48.6 ± 2.9 c | 39.4 ± 3.4 d |
| <i>C. albicans</i> , clinical isolates (n = 5) | 31.4 ± 4.6 a | 37.8 ± 5.2 a | 26.6 ± 4.0 a | 20.6 ± 2.9 b |
| <i>C. albicans</i> ATCC 2091 (n = 5) | 25.6 ± 4.8 a | 30.4 ± 3.2 a | 20.8 ± 5.1 a | 16.0 ± 4.7 b |
| <i>E. coli</i> , clinical isolates (n = 5) | 43.8 ± 4.1 b | 54.0 ± 3.4 a | 33.8 ± 3.1 c | 26.2 ± 3.0 d |
| <i>E. coli</i> ATCC 25922 (n = 5) | 37.8 ± 3.6 b | 46.4 ± 2.4 a | 29.8 ± 2.5 c | 22.6 ± 2.9 d |
| <i>E. faecalis</i> clinical isolates (n = 5) | 63.8 ± 6.1 a | 69.6 ± 4.0 a | 45.6 ± 4.9 b | 32.6 ± 5.1 c |

Note: Statistical analysis was performed using one-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test. Means within a row sharing different superscript letters (a–d) differ significantly at $p < 0.05$

Table 3

Number of microbial colonies following combined application of azure and red-spectrum LED irradiation ($x \pm SD$)

| Species of microorganisms | Group 1 | Group 2 | Group 3 | Group 4 |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>S. aureus</i> , clinical isolates (n = 5) | 52.8 ± 5.8 a | 57.8 ± 5.5 a | 43.2 ± 5.3 b | 34.8 ± 5.3 c |
| <i>S. aureus</i> ATCC 25923 (n = 5) | 61.6 ± 4.3 a | 67.0 ± 5.0 a | 48.2 ± 3.7 b | 39.6 ± 2.9 c |
| <i>C. albicans</i> , clinical isolates (n = 5) | 32.4 ± 4.2 a | 36.4 ± 5.0 a | 26.0 ± 3.5 b | 19.6 ± 4.0 c |
| <i>C. albicans</i> ATCC 2091 (n = 5) | 29.2 ± 4.6 a | 31.0 ± 3.8 a | 23.0 ± 3.5 b | 17.2 ± 3.1 c |
| <i>E. coli</i> , clinical isolates (n = 5) | 45.0 ± 5.5 a | 49.2 ± 5.8 a | 36.8 ± 5.4 b | 29.0 ± 4.2 c |
| <i>E. coli</i> ATCC 25922 (n = 5) | 58.6 ± 6.6 a | 63.0 ± 6.8 a | 47.4 ± 4.8 b | 38.0 ± 3.8 c |
| <i>E. faecalis</i> clinical isolates (n = 5) | 64.0 ± 8.0 a | 69.4 ± 7.1 a | 37.2 ± 7.0 b | 17.6 ± 2.9 c |

Note: Statistical analysis was performed using one-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test. Means within a row sharing different superscript letters (a-c) differ significantly at $p < 0.05$

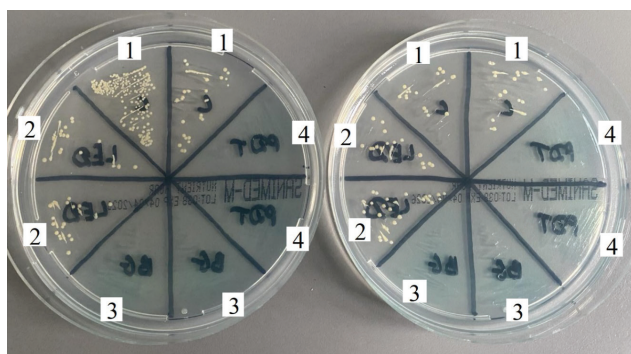


Fig. 3. Growth of *S. aureus* after subculturing onto nutrient media. 1 – control; 2 – culture exposed to red-spectrum LED irradiation; 3 – addition of brilliant green; 4 – addition of brilliant green followed by red-spectrum LED irradiation.

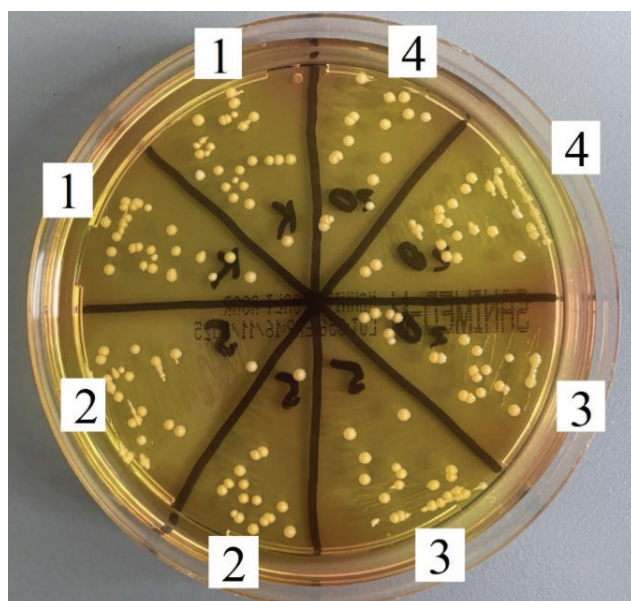


Fig. 4. Growth of *S. aureus* after subculturing onto nutrient media. 1 – control; 2 – culture exposed to red-spectrum LED irradiation; 3 – addition of methylene green; 4 – addition of methylene green followed by red-spectrum LED irradiation

APDT necessitates a specific light source to activate the PS, typically through exposure to low-intensity visible light at a defined wavelength. Most photosensitizers are optimally activated by red light in the range of 630-700 nm, which corresponds to a tissue penetration depth of approximately 0.5 to 1.5 cm [16]. In the presence of molecular oxygen, the activated PS generates reactive oxygen species. These species initiate a cascade of photochemical and biological processes that result in irreversible cellular damage and subsequent microbial cell death [17]. This mechanism of action precludes the development of microbial resistance, thereby supporting the consideration of aPDT as a promising adjunctive approach in the management of infectious diseases.

Light-induced inactivation of pathogens has been shown to be more effective against Gram-positive bacteria, largely due to their relatively simpler cell wall architecture, which facilitates deeper penetration of the PS [18]. Evidence also suggests that aPDT may contribute to mitigating COVID-19, either through the treatment of infected individuals or via the development of functional photoactive materials. Such applications include self-disinfecting textiles and surfaces, as well as systems designed for the decontamination of water and air [19].

Over recent decades, the majority of research on antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) has primarily focused on the properties of the photosensitizer (PS). However, the characteristics of the light source are of equal importance [20]. In our previous studies [15, 21, 22], various light sources were employed, including LED, polarized incoherent low-energy radiation (PILER), and low-power lasers. In all cases, pronounced antimicrobial and antibiofilm effects were observed. These findings suggest that, within aPDT, the critical parameters of low-power radiation are the wavelength and power density. Such evidence may broaden the potential applications of aPDT while reducing the reliance on pharmacological interventions and, consequently, the overall medicinal burden on the organism.

Given its broad-spectrum activity – namely a pronounced antimicrobial effect against Gram-positive and Gram-negative bacteria as well as *Candida albicans* – the proposed aPDT

method may be considered for inclusion in the complex treatment of pathological processes caused by opportunistic microorganisms, in particular generalized periodontitis and purulent-inflammatory diseases of the skin and soft tissues.

Conclusions. A 10-minute exposure of microbial inocula to LED irradiation alone did not produce a statistically significant inhibitory effect on microbial growth and, in some cases, resulted in a mild stimulatory effect, evidenced by an increase in colony counts on Petri dishes by an average 16.0–23.6% relative to the

control group. The addition of the photosensitizers methylene blue and azure reduced the growth intensity of the studied microorganisms by 18.2–41.9% compared with the control. The combined application of these photosensitizers with LED irradiation further decreased microbial growth intensity by an average of 34.1–72.5%. The number of microbial colonies in group 4 was, on average, 17.8–52.7% lower compared with group 3.

The research was carried out with the grant support of NRFU (project No. 216/0176).

REFERENCES

1. Hutchings MI, Truman AW, Wilkinson B. Antibiotics: past, present and future. *Curr Opin Microbiol.* 2019;51:72-80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mib.2019.10.008>
2. Cook MA, Wright GD. The past, present, and future of antibiotics. *Sci Transl Med.* 2022;14(657):eabo7793. doi: <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.abo7793>
3. Banin E, Hughes D, Kuipers OP. Bacterial pathogens, antibiotics and antibiotic resistance. *FEMS Microbiol Rev.* 2017;41(3):450-2. doi: <https://doi.org/10.1093/femsre/fux016>
4. Davies J, Davies D. Origins and evolution of antibiotic resistance. *Microbiol Mol Biol Rev.* 2010;74(3):417-33. doi: <https://doi.org/10.1128/mmbr.00016-10>
5. Serwecińska L. Antimicrobials and antibiotic-resistant bacteria: a risk to the environment and to public health. *Water.* 2020;12(12):3313. doi: <https://doi.org/10.3390/w12123313>
6. Watkins RR, Bonomo RA. Overview: global and local impact of antibiotic resistance. *Infect Dis Clin North Am.* 2016;30(2):313-22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idc.2016.02.001>
7. Cella E, Giovanetti M, Benedetti F, Scarpa F, Johnston C, Borsetti A, et al. Joining Forces against Antibiotic Resistance: The One Health Solution. *Pathogens.* 2023;12(9):1074. doi: <https://doi.org/10.3390/pathogens12091074>
8. Dadgostar P. Antimicrobial resistance: implications and costs. *Infect Drug Resist.* 2019;12:3903-10. doi: <https://doi.org/10.2147/IDR.S234610>
9. Pantyo VV, Koval GM, Danko EM, Pantyo VI. Complex impact of polarized and non-polarized low intense light and methylene blue on growth rate of some opportunistic microorganisms. *Regul Mech Biosyst.* 2020;11(4):520-3. doi: <https://doi.org/10.15421/022079>
10. Polat E, Kang K. Natural photosensitizers in antimicrobial photodynamic therapy. *Biomedicines.* 2021;9(6):584. doi: <https://doi.org/10.3390/biomedicines9060584>
11. Pousty D, Ma B, Mathews C, Halanur M, Mamane H, Linden KG. Biofilm inactivation using LED systems emitting germicidal UV and antimicrobial blue light. *Water Res.* 2024;267:122449. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122449>
12. Murugaiyan J, Kumar PA, Rao GS, Iskandar K, Hawser S, Hays S, et al. Progress in Alternative Strategies to Combat Antimicrobial Resistance: Focus on Antibiotics. *Antibiotics.* 2022;11(2):200. doi: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020200>
13. Piksa M, Lian C, Samuel IC, Pawlik KJ, Samuel ID, Matczyszyn K. The role of the light source in antimicrobial photodynamic therapy. *Chem Soc Rev.* 2023;52(5):1697-22. doi: <https://doi.org/10.1039/D0CS01051K>
14. Franco-Duarte R, Černáková L, Kadam S, Kaushik KS, Salehi B, Bevilacqua A, et al. Advances in chemical and biological methods to identify microorganisms – from past to present. *Microorganisms.* 2019;7(5):130. doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7050130>
15. Pantyo VV, Danko EM, Fizer MM, Koval GM, Pantyo VI. Impact of polarized low-intense radiation and photosensitizers on growth of *Staphylococcus aureus*. *Bull Probl Biol Med.* 2022;2(165):12-6. doi: <https://doi.org/10.29254/2077-4214-2022-2-2-165-12-16>
16. Rajesh S, Koshi E, Philip K, Mohan A. Antimicrobial photodynamic therapy: An overview. *Journal of Indian Society of Periodontology,* 2011;15(4):323-327. doi: <https://doi.org/10.4103/0972-124X.92563>
17. Carrera ET, Dias HB, Corbi SCT, Marcantonio RAC, Bernardi ACA, Bagnato VS, Rastelli ADS. The application of antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in dentistry: a critical review. *Laser physics.* 2016;26(12):123001. doi: <https://doi.org/10.1088/1054-660X/26/12/123001>
18. Klausen M, Ucuncu M, Bradley M. Design of Photosensitizing Agents for Targeted Antimicrobial Photodynamic Therapy. *Molecules.* 2020; 25(22):5239. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules25225239>
19. Almeida A, Faustino MAF, Neves MGPMS. Antimicrobial Photodynamic Therapy in the Control of COVID-19. *Antibiotics.* 2020; 9(6):320. doi: <https://doi.org/10.3390/antibiotics9060320>
20. Piksa M, Lian C, Samuel IC, Pawlik KJ, Samuel ID, Matczyszyn K. The role of the light source in antimicrobial photodynamic therapy. *Chemical Society Reviews.* 2023;52(5):1697-1722. doi: <https://doi.org/10.1039/D0CS01051K>
21. Pantyo VV, Koval GM, Danko EM, Pantyo VI. Complex impact of polarized and non-polarized low intense light and methylene blue on growth rate of some opportunistic microorganisms. *Regul. Mech. Biosyst.* 2020;11(4): 520–523. doi: <https://doi.org/10.15421/022079>
22. Pantyo VV, Pallah OV, Boiko NV, Danko EM, Koval GM, Pantyo VI, Chobey AS. Impact of methylene blue and LED radiation on microbial biofilms. *Regul. Mech. Biosyst.* 2025;16(1):e25014. doi: <https://doi.org/10.15421/0225014>

Дата першого надходження статті до видання: 13.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

*Антал Наталія Михайлівна,
здобувач третього рівня вищої освіти
за спеціальністю «Громадське здоров'я»,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0009-0006-6831-0920
м. Ужгород, Україна*

СИСТЕМНІ АСПЕКТИ ПІДТРИМКИ ГРУДНОГО ВИГОДОВУВАННЯ: РОЛЬ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ БАР'ЄРИ

Вступ. Грудне вигодовування є оптимальним способом харчування немовлят і важливим чинником збереження здоров'я дітей і матерів. Незважаючи на наявність міжнародних рекомендацій та доказової бази, рівень його підтримки в системі охорони здоров'я залишається недостатнім.

Мета дослідження. Оцінити участь медичних працівників у консультуванні з питань грудного вигодовування та їхню сприйняття ефективності і бар'єрів реалізації заходів його підтримки.

Матеріали та методи. Проведено анонімне опитування медичних працівників різних спеціальностей. Анкета містила запитань щодо соціально-демографічних характеристик, рівня знань, практики консультування, бар'єри та оцінки державних програм підтримки. Статистичну обробку здійснено методами описової статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що 82,4±3,7% медичних працівників декларують обізнаність із рекомендаціями ВООЗ, тоді як лише 46,3±4,8% проходили спеціалізоване навчання. Регулярне консультування здійснюють 32,4% лікарів (9,3±2,8% – систематично), при цьому лише 33,3±4,5% мають достатньо часу для його проведення, а 13,9±3,3% регулярно забезпечені методичними матеріалами. Взаємодія з консультантами з лактації є обмеженою (15,7±3,5%), а ефективність державних програм підтверджують лише 29,6±4,4% респондентів. За оцінкою медичних працівників, основними бар'єрами є недостатня поінформованість матерів (63,0±4,6%), соціокультурні фактори (50,0±4,8%) та відсутність сімейної підтримки (47,2±4,8%).

Висновки. Встановлено недостатній рівень підготовки медичних працівників і розрив між обізнаністю та практикою консультування з питань грудного вигодовування. Регулярне консультування здійснює лише третина лікарів, що поєднується з організаційними обмеженнями та дефіцитом ресурсів. За оцінкою медичних працівників, основні бар'єри мають переважно соціально детермінований характер. Отримані результати обґрунтовують необхідність посилення системної підтримки грудного вигодовування та підвищення професійної підготовки медичних кадрів.

Ключові слова: грудне вигодовування, громадське здоров'я, лікарі, первинна медична допомога, лактація, консультування, репродуктивне здоров'я.

Antal Nataliya Mykhailivna, Postgraduate Student at the Educational and Scientific Program "Public Health", Uzhhorod National University; ORCID ID: 0009-0006-6831-0920, Uzhhorod, Ukraine

SYSTEMIC ASPECTS OF BREASTFEEDING SUPPORT: THE ROLE OF HEALTHCARE PROFESSIONALS AND ORGANIZATIONAL BARRIERS

Introduction. Breastfeeding is the optimal method of infant nutrition and an important factor in preserving the health of both children and mothers. Despite the availability of international recommendations and a strong evidence base, the level of its support within the healthcare system remains insufficient.

Objective. To assess the involvement of healthcare professionals in breastfeeding counseling and their perception of the effectiveness and barriers to the implementation of breastfeeding support measures.

Materials and methods. An anonymous survey of healthcare professionals of various specialties was conducted. The questionnaire included items on socio-demographic characteristics, level of knowledge, counseling practices, barriers, and evaluation of state breastfeeding support programs. Statistical analysis was performed using descriptive statistics.

Results and discussion. It was found that 82.4±3.7% of healthcare professionals reported awareness of WHO recommendations, while only 46.3±4.8% had received specialized training. Regular counseling is provided by 32.4% of physicians (9.3±2.8% systematically); however, only 33.3±4.5% reported having sufficient time for counseling, and 13.9±3.3% are regularly provided with methodological materials. Collaboration with lactation consultants remains limited (15.7±3.5%), and only 29.6±4.4% of respondents confirmed the effectiveness of national breastfeeding support programs. According to healthcare professionals, the main barriers include insufficient maternal awareness (63.0±4.6%), sociocultural factors (50.0±4.8%), and lack of family support (47.2±4.8%).



Conclusions. An insufficient level of training among healthcare professionals and a gap between awareness and counseling practice were identified. Only one-third of physicians provide regular counseling, which is associated with organizational constraints and resource limitations. According to healthcare professionals, the main barriers are predominantly socially determined. The findings highlight the need to strengthen systemic support for breastfeeding and to improve the professional training of healthcare providers.

Key words: breastfeeding, public health, physicians, primary healthcare, lactation, counseling, reproductive health.

Вступ. Грудне вигодовування є оптимальним способом харчування для немовлят. Клінічні дані підтверджують, що діти, які перебували на виключно грудному вигодовуванні, мають кращий когнітивний розвиток, нижчий ризик ожиріння, діабету 2-го типу, а їхні матері – знижений ризик захворювань репродуктивної системи, подовження інтервалу між пологами [1]. Вплив грудного вигодовування на здоров'я дітей і матерів залежить від початку прикладання до грудей, тривалості вигодовування, дотримання всіх рекомендацій [2]. Водночас сильний маркетинг заміників грудного молока залишається перешкодою для підвищення показників грудного вигодовування у світі [3].

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) та ЮНІСЕФ сформувавши доказово обґрунтовану концептуальну основу підтримки грудного вигодовування на рівні закладів охорони здоров'я. Одним із ключових інструментів її реалізації є започаткована у 1991 році ініціатива «Лікарня, доброзичлива до дитини», яка передбачає впровадження комплексу з десяти практичних кроків, спрямованих на створення інституційно сприятливого середовища для забезпечення та підтримки грудного вигодовування. Експерти Організації Об'єднаних Націй акцентують увагу на тому, що забезпечення, підтримка та захист грудного вигодовування є складовою реалізації фундаментальних прав людини та належить до зобов'язань держав у сфері громадського здоров'я. У цьому контексті у 2002 році ВООЗ затвердила Глобальну стратегію годування немовлят і дітей раннього віку, яка визначає пріоритетні напрями політики та практики щодо оптимізації вигодовування дітей [4].

З позицій громадського здоров'я медичні працівники відіграють ключову роль у забезпеченні раннього початку грудного вигодовування та підтримці його тривалості. Безперервна професійна підтримка з боку медичного персоналу розглядається як один із визначальних чинників успішного та тривалого грудного вигодовування. Механізми такої підтримки передбачають наявність затвердженої політики закладу охорони здоров'я щодо грудного вигодовування, належний рівень підготовки та підтверджених компетентностей медичних працівників, організацію спільного перебування матері та дитини, впровадження практик годування за потребою, обмеження використання заміників грудного молока, а також забезпечення наступності підтримки після виписки зі стаціонару.

Отже, ефективність системи громадського здоров'я у сфері грудного вигодовування визначається не лише індивідуальною консультативною діяльністю медичних працівників, а й комплексом організаційних та освітніх заходів на рівні закладу охорони здоров'я [5, 6]. Водночас забезпечення оптимального харчування новонароджених і дітей раннього віку передбачає дотримання рекомендацій ВООЗ, посилення інформування матерів і їхніх сімей, а також створення умов для підтримки

грудного вигодовування на рівні закладів охорони здоров'я, робочих місць і громад [7].

Особливої уваги потребують передчасно народжені та новонароджені діти з розладами здоров'я. Для цієї категорії пацієнтів материнське молоко є пріоритетним, а за його відсутності рекомендується донорське молоко, використання якого знижує ризик некротизуючого ентероколіту та неонатального сепсису [8].

За даними медико-соціологічних досліджень, проведених в Україні, більшість жінок обізнані про переваги грудного вигодовування та прагнуть годувати якомога довше, однак у віці 6 місяців грудне молоко продовжують отримувати лише 60–70% дітей. При цьому лише в 4–5% випадків штучне вигодовування зумовлене медичними протипоказаннями, в решті випадків основними причинами є соціальні, організаційні чинники та недостатня підтримка з боку медичного персоналу [9]. За висновками ВООЗ, більшість із цих факторів можуть бути мінімізовані або усунуті шляхом посилення програм підтримки лактації та регулярного навчання медичних працівників [10]. Водночас, попри беззаперечну користь грудного вигодовування, рівень підготовки медичного персоналу, організаційна підтримка з боку системи охорони здоров'я та реальна практика консультування в Україні залишаються недостатньо вивченими, що і зумовило проведення даного дослідження.

Мета дослідження. Оцінити участь медичних працівників у консультуванні з питань грудного вигодовування та їхнє сприйняття ефективності і бар'єрів реалізації заходів його підтримки.

Методологія та методи дослідження. Під час дослідження використовувались соціологічний і статистичний метод та метод узагальнення. Матеріалами стали результати анонімного онлайн-опитування медичних працівників різних спеціальностей. Анкета містила запитання, що охоплювали соціально-демографічні характеристики, рівень знань та практику консультування з питань грудного вигодовування; оцінку підтримки та визначення основних бар'єрів. Участь взяли 108 медичних працівників комунальних і приватних закладів охорони здоров'я міської та сільської місцевості України. Обробка результатів здійснювалася у відсотках методами описової статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Аналіз соціально-демографічних характеристик показав, що серед 108 опитаних медичних працівників переважали жінки – 75 осіб (69,4±4,4 %), а середній вік учасників становив 40,2±11,2 років. Найбільшою була вікова група 31–40 років –34,3±4,6 % (37 осіб). Більшість респондентів проживала у міській місцевості (70,4±4,4 %) та працювала у комунальних закладах охорони здоров'я (62,0±4,7 %). За спеціальністю структура вибірки була представлена лікарями загальної практики–сімейними лікарями (33,3±4,5 %), педіатрами (25,9±4,2 %) та акушерами–гінекологами (21,3±3,9 %).

Аналіз рівня підготовки з питань підтримки грудного вигодовування виявив, що лише $46,3 \pm 4,8$ % респондентів проходили спеціалізоване навчання, але $82,4 \pm 3,7$ % респондентів задекларували обізнаність із рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я. Водночас більшість лікарів оцінили свої знання за цією тематикою як достатні ($39,8 \pm 4,7$ %) або середні ($38,0 \pm 4,7$ %) (рис.1). Отримані дані свідчать про наявність розриву між формальною обізнаністю та рівнем професійної підготовки, що може зумовлювати недостатню ефективність практичної підтримки грудного вигодовування.

Щодо практики консультування встановлено, що лише $9,3 \pm 2,8$ % респондентів здійснюють його систематично, $23,1 \pm 4,1$ % – часто, $30,6 \pm 4,4$ % – рідко, $27,8 \pm 4,3$ % – іноді, тоді як $9,3 \pm 2,8$ % взагалі не проводять консультування. Таким чином, регулярне консультування здійснюють лише $32,4$ % опитаних лікарів.

Найпоширенішими встановлені консультування у разі виникнення проблем у процесі вигодовування ($47,2 \pm 4,8$ %), консультування під час профілактичних оглядів дитини ($41,7 \pm 4,7$ %) та під час вагітності ($40,7 \pm 4,7$ %). Меншою мірою поширені консультування в перші дні після пологів ($22,2 \pm 4,0$ %).

Аналіз підтримки грудного вигодовування виявив низку системних недоліків. Зокрема, лише $33,3 \pm 4,5$ % респондентів зазначили, що мають достатньо часу для консультування, тоді як $40,7 \pm 4,7$ % не змогли визначитися, що свідчить про організаційну невизначеність і можливий дефіцит ресурсів. Водночас забезпечення медичних працівників методичними матеріалами залишається недостатнім: лише $13,9 \pm 3,3$ % отримують їх регулярно, тоді як $37,0 \pm 4,6$ % не отримують взагалі,

що обмежує можливості надання якісної інформаційної підтримки.

Крім того, лише $15,7 \pm 3,5$ % респондентів регулярно співпрацюють із консультантами з лактації, що вказує на слабку інтеграцію міждисциплінарної взаємодії у системі охорони здоров'я. Низькою є і оцінка ефективності державних програм підтримки грудного вигодовування, яку підтвердили лише $29,6 \pm 4,4$ % опитаних, що свідчить про обмежену результативність існуючих підходів.

Разом із тим, переважна більшість респондентів ($75,0 \pm 4,2$ %) визнає суттєвий вплив організації первинної медичної допомоги на тривалість грудного вигодовування, що підкреслює ключову роль цього рівня у формуванні відповідних практик. Водночас $48,1 \pm 4,8$ % опитаних висловили потребу в додатковому навчанні, що вказує на готовність медичних працівників до підвищення професійної компетентності та необхідність розвитку системних освітніх заходів.

З огляду на ключову роль медичних працівників у формуванні та підтримці практик грудного вигодовування, важливим є вивчення їхнього бачення факторів, що впливають на його дотримання. Серед основних бар'єрів для успішного грудного вигодовування медичні працівники найчастіше зазначали недостатню поінформованість матерів ($63,0 \pm 4,6$ %), соціокультурні фактори ($50,0 \pm 4,8$ %), відсутність підтримки з боку родини ($47,2 \pm 4,8$ %), ранній вихід матері на роботу ($44,4 \pm 4,8$ %) та медичні показання ($40,7 \pm 4,7$ %) (рис. 2).

Більшість із зазначених бар'єрів має соціально детермінований характер, що підкреслює необхідність комплексного міжсекторального підходу до їх подолання.

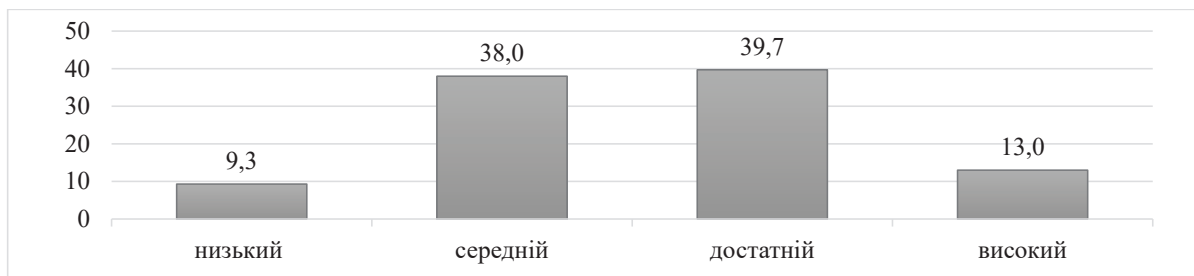


Рис. 1. Самооцінка рівня знань медичних працівників (у %, n = 108)

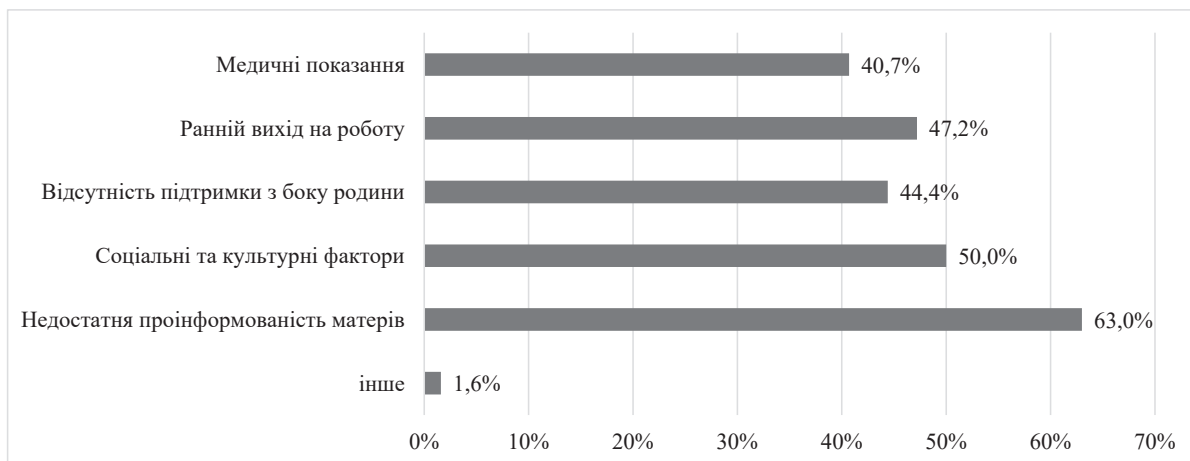


Рис. 2. Основні бар'єри для успішного грудного вигодовування за оцінкою медичних працівників (у %)

Отримані результати засвідчують наявність суттєвого розриву між рівнем декларованої обізнаності медичних працівників щодо рекомендацій грудного вигодовування та їхньою реальною практичною підготовкою і консультувальною діяльністю. Попри те, що більшість респондентів оцінюють власні знання як достатні або середні та декларують ознайомлення з рекомендаціями ВООЗ, лише третина лікарів здійснює регулярне консультування. Це свідчить про недостатню трансформацію теоретичних знань у практичні навички та може бути пов'язано як із дефіцитом спеціалізованого навчання, так і з організаційними обмеженнями в системі охорони здоров'я. Виявлений дефіцит часу, недостатнє забезпечення методичними матеріалами та слабка міждисциплінарна взаємодія з консультантами з лактації додатково знижують ефективність підтримки грудного вигодовування на рівні первинної медичної допомоги.

Водночас результати свідчать, що більшість бар'єрів до успішного грудного вигодовування мають соціально детермінований характер, що виходить за межі виключно медичного впливу. Недостатня поінформованість матерів, вплив соціокультурних факторів, відсутність сімейної підтримки та ранній вихід на роботу формують комплекс перешкод, які не можуть бути подолані лише за рахунок індивідуального консультування. Це обумовлює необхідність впровадження міжсекторального підходу із залученням системи громадського здоров'я, освіти та соціальної політики, а також розвитку безперервних програм під-

готовки медичних працівників і посилення ролі первинної медичної допомоги як ключової ланки у формуванні та підтримці практик грудного вигодовування.

Висновки. Отримані результати свідчать про недостатній рівень підготовки медичних працівників з питань підтримки грудного вигодовування та наявність розриву між теоретичною обізнаністю і практичною діяльністю. Попри високий рівень задекларованого знання рекомендацій ВООЗ, регулярне консультування здійснює лише третина лікарів, що вказує на обмежену інтеграцію знань у практику. Виявлено низку системних проблем, зокрема дефіцит часу для консультування, недостатнє забезпечення методичними матеріалами та слабку міждисциплінарну взаємодію з консультантами з лактації, що знижує ефективність підтримки грудного вигодовування на рівні первинної медичної допомоги.

Встановлено, що, за оцінкою медичних працівників, основні бар'єри до успішного грудного вигодовування мають переважно соціально детермінований характер і пов'язані з недостатньою поінформованістю матерів, впливом соціокультурних факторів, відсутністю сімейної підтримки та раннім виходом жінки на роботу. Отримані дані підкреслюють необхідність комплексного підходу до підтримки грудного вигодовування, що включає удосконалення підготовки медичних кадрів, впровадження системних освітніх програм, посилення ролі первинної медичної допомоги та розвитку міжсекторальної взаємодії в межах системи громадського здоров'я.

REFERENCES

1. Victora CG, Bahl R, Barros AJ, França GV, Horton S, Krasevec J, Murch S, Sankar MJ, Walker N, Rollins NC. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet*. 2016;387(10017):475-90. doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)01024-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)01024-7)
2. Özsoy S, Aksu H. Ten steps to successful breastfeeding: violation reasons and results of steps 6 and 9. *Turk Klin J Nurs Sci*. 2019;11(1):74-80. doi: <https://doi.org/10.5336/nurses.2018-61845>
3. Binns C, Lee M, Low WY. The long-term public health benefits of breastfeeding. *Asia Pac J Public Health*. 2016;28(1):7-14. doi: <https://doi.org/10.1177/1010539515624964>
4. Balogun OO, O'Sullivan EJ, McFadden A, Ota E, Gavine A, Garner CD, Renfrew MJ, MacGillivray S. Interventions for promoting the initiation of breastfeeding. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.cd001688.pub3>
5. Gray H, Zakarija-Grković I, Cattaneo A, Vassallo C, Borg Buontempo M, Harutyunyan S, Bettinelli ME, Rosin S. Infant feeding policies and monitoring systems: A qualitative study of European Countries. *Matern Amp Child Nutr*. 2022. doi: <https://doi.org/10.1111/mcn.13425>
6. Sinha B, Chowdhury R, Sankar MJ, Martines J, Taneja S, Mazumder S, Rollins N, Bahl R, Bhandari N. Interventions to improve breastfeeding outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr*. 2015;104:114-34. doi: <https://doi.org/10.1111/apa.13127>
7. Kornash II, Brych VV. Breastfeeding support as a public health need. *Ukraine. nation's health*. 2024;1:22-7. doi: <https://doi.org/10.32782/2077-6594/2024.1/04>
8. Malachynska M, Kiselova M, Shlemkevych O, Veresnyuk N, Kunta N. Breast milk banks – the way to global breastfeeding support in Ukraine and the world. *Neonatal Surg Perinat Med*. 2023;8(4(50)):12-8. doi: <https://doi.org/10.24061/2413-4260.XIII.4.50.2023.2>
9. Majer J, Mbuto S, Nesterova V, King S, Bilukha O. Infant and young child feeding practices among conflict-affected Ukrainian households: A cross-sectional survey in Kyiv, Lviv and Odesa regions. *Matern Amp Child Nutr*. 2024. doi: <https://doi.org/10.1111/mcn.13742>
10. McFadden A, Gavine A, Renfrew MJ, Wade A, Buchanan P, Taylor JL, Veitch E, Rennie AM, Crowther SA, Neiman S, MacGillivray S. Support for healthy breastfeeding mothers with healthy term babies. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017. doi: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001141.pub5>

Дата першого надходження статті до видання: 17.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Брич Валерія Володимирівна,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри наук про здоров'я,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0003-3741-6002
SCOPUS ID: 57216396931
м. Ужгород, Україна

ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ СЕКТОР У РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЙ ПРОМОЦІЇ ЗДОРОВ'Я НА РІВНІ ГРОМАДИ: ОГЛЯДОВО-АНАЛІТИЧНИЙ ПІДХІД

Вступ. Сучасні трансформації системи охорони здоров'я характеризуються зростанням ролі профілактичних заходів та необхідністю формування здоров'язберезливої поведінки населення. У цьому контексті важливого значення набуває залучення фармацевтичного сектору як доступного та соціально орієнтованого елемента системи громадського здоров'я.

Мета дослідження: визначити роль фармацевтичного сектору в реалізації стратегій промоції здоров'я на рівні громади та окреслити основні напрями використання його потенціалу.

Матеріали та методи. Дослідження має оглядово-аналітичний характер. Використано бібліографічний, інформаційно-аналітичний, контент-аналіз та метод теоретичного узагальнення для систематизації сучасних наукових джерел і формування концептуальної рамки.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено, що аптечні заклади є ефективним середовищем для реалізації заходів промоції здоров'я завдяки високій доступності, довірі населення та частоті контактів. Основними напрямками діяльності фармацевтичного сектору визначено консультування, скринінг, освітню діяльність, поведінкові інтервенції та участь у вакцинації. Визначено, що залучення фармацевтичного сектору до реалізації промоції здоров'я відбувається переважно через медичний, освітній та поведінковий підходи. Показано, що такі інтервенції сприяють підвищенню обізнаності, зміні поведінки населення та зростанню охоплення профілактичними послугами. На основі узагальнення отриманих даних та сучасних наукових підходів розроблено концептуальну рамку, яка систематизує роль фармацевтичного сектору в промоції здоров'я та відображає взаємозв'язок між вхідними умовами, інтервенціями, механізмами впливу та очікуваними результатами.

Висновки. Фармацевтичний сектор має значний потенціал у реалізації стратегій промоції здоров'я на рівні громади. Його ефективне використання потребує удосконалення нормативно-правового забезпечення, розширення функціональних повноважень фармацевтів, розвитку міжпрофесійної співпраці та інтеграції аптечних закладів у систему громадського здоров'я.

Ключові слова: фармацевтичний сектор, промоція здоров'я, територіальна громада, громадське здоров'я, аптечні заклади, профілактика неінфекційних захворювань.

Brych Valeriya Volodymyrivna, Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Health Sciences, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0003-3741-6002, Uzhhorod, Ukraine

THE PHARMACEUTICAL SECTOR IN THE IMPLEMENTATION OF COMMUNITY-LEVEL HEALTH PROMOTION STRATEGIES: AN ANALYTICAL REVIEW

Introduction. Modern transformations of healthcare systems are characterized by an increasing role of preventive measures and the need to promote health-preserving behaviors among the population. In this context, the involvement of the pharmaceutical sector as an accessible, socially oriented component of the public health system is particularly important.

The purpose of the study. To determine the role of the pharmaceutical sector in implementing health promotion strategies at the community level and to outline the main directions for utilizing its potential.

Materials and methods. The study has a review-analytical design. Bibliographic, information-analytical, content-analytical, and theoretical generalization methods were applied to systematize current scientific evidence and develop a conceptual framework.

Results and discussion. It was established that community pharmacies, due to their high accessibility, public trust, and frequent contact with the population, represent an effective setting for implementing health promotion activities. The main areas of pharmaceutical sector involvement include counseling, screening, educational activities, behavioral interventions, and participation in vaccination. It was determined that the pharmaceutical sector's engagement in health promotion primarily occurs through medical, educational, and behavioral approaches. These interventions contribute to increased awareness, behavioral change, and improved coverage of preventive services. Based on the synthesis of findings and contemporary scientific approaches, a conceptual framework was developed to systematize the role of the pharmaceutical sector in health promotion and illustrate the relationships among inputs, interventions, mechanisms of influence, and expected outcomes.

Conclusions. The pharmaceutical sector has significant potential in implementing community-level health promotion strategies. Its effective utilization requires improvements in regulatory frameworks, the expansion of pharmacists' professional roles, strengthening interprofessional collaboration, and the integration of pharmacies into the public health system.

Key words: pharmaceutical sector, health promotion, community, public health, pharmacy, non-communicable disease prevention.

© Брич В. В., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

Вступ. Сучасні трансформації системи охорони здоров'я характеризуються зростанням ролі профілактичних заходів та формування здоров'язбережувальної поведінки населення. У цьому контексті важливе значення має розвиток ефективних інструментів промоції здоров'я на рівні громади, що відповідає глобальним підходам Всесвітньої організації охорони здоров'я. Організація діяльності в цьому напрямі є комплексним і багатовимірним процесом, що передбачає залучення різних секторів громади та її населення, використання широкого спектра підходів і методів, а також інтеграцію у різні сфери суспільної діяльності [1]. У цьому контексті територіальні громади набувають ключової ролі як базовий рівень реалізації заходів зі зміцнення здоров'я, що вимагає формування відповідного кадрового, організаційного та ресурсного потенціалу для ефективного впровадження профілактичних стратегій [2].

Згідно з положеннями Оттавської Хартії, здоров'я формується в повсякденних середовищах життєдіяльності людини, до яких належать не лише заклади освіти та охорони здоров'я, а й аптечні установи, які забезпечують безпосередній контакт із населенням. За період 2000–2025 років фармацевтична професія суттєво розширила свої функції в сфері громадського здоров'я, охопивши вакцинацію, діагностичні послуги та профілактику захворювань, і впродовж наступного десятиліття цей розвиток продовжуватиметься [3]. Загалом фармацевтичний сектор є важливим елементом системи охорони здоров'я та водночас має значний потенціал у реалізації стратегій промоції здоров'я на рівні громади. Його роль виходить за межі забезпечення населення лікарськими засобами та включає участь у профілактичних заходах, формуванні поведінки, спрямованої на збереження та зміцнення здоров'я, та підвищенні фармацевтичної грамотності населення. Цілеспрямований розвиток та розширення спектру послуг в аптечних закладах сприяють активізації діяльності системи охорони здоров'я щодо промоції здоров'я, що забезпечує покращення якості життя населення та зниження загальних витрат на медичну допомогу [4]. Залучення фармацевтичного сектору до реалізації ініціатив через поширення цільової інформації та взаємодію з населенням сприяє розширенню можливостей промоції здоров'я на рівні громади та підсилює інтеграцію аптечних закладів у публічно орієнтовані стратегії охорони здоров'я [5].

Аптека виступає важливим елементом системи охорони здоров'я, що поєднує доступність, довіру та можливість впливу на поведінкові рішення населення щодо здоров'я. Це визначає її потенціал як важливого інструменту промоції здоров'я на рівні громади.

Мета дослідження: визначити роль фармацевтичного сектору, представленого аптекою та відповідними працівниками, як елемента системи промоції здоров'я на рівні громади та окреслити основні напрями реалізації цього потенціалу.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження має оглядово-аналітичний характер і виконане в межах методології громадського здоров'я з застосуванням системного підходу до вивчення ролі аптечних закладів у промоції здоров'я на рівні громади. Інформа-

ційну базу дослідження склали наукові публікації та матеріали міжнародних організацій. У процесі дослідження використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів. Зокрема, застосовано бібліографічний та інформаційно-аналітичний методи для відбору та систематизації наукових джерел; метод контент-аналізу – для узагальнення підходів до визначення ролі фармацевтичного сектору у системі громадського здоров'я; метод теоретичного узагальнення – для формування авторської концептуальної рамки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Промоція здоров'я розглядається як комплекс заходів, спрямованих на підвищення контролю населення над власним здоров'ям та його покращення. Вона охоплює формування знань, мотивації та поведінкових навичок, що сприяють збереженню здоров'я. Ефективність заходів промоції здоров'я значною мірою залежить від середовища, у якому вони реалізуються. Це зумовлює необхідність залучення різних соціальних інституцій, зокрема і фармацевтичного сектору.

Аптечні заклади відповідають основним характеристикам ефективного середовища для реалізації промоції здоров'я, що зумовлює їх значний потенціал у впливі на поведінку населення. Насамперед, вони відзначаються високою доступністю, оскільки звернення до аптеки не потребує попереднього запису, що забезпечує швидкий контакт із фахівцем. Важливого перевагою є також частота контактів, адже населення регулярно відвідує аптечні установи, що створює умови для систематичного інформаційного та поведінкового впливу. Зокрема, дослідження вказують, що пацієнти відвідують аптеки приблизно у 1,5–2 рази частіше, ніж лікарів або інших кваліфікованих фахівців охорони здоров'я [6]. Аптечні працівники користуються досить високим рівнем довіри серед населення [7, 8], що підвищує ефективність комунікації та сприйняття рекомендацій. У сукупності ці фактори забезпечують оперативність впливу аптек на ухвалення рішень щодо здоров'я, зокрема у ситуаціях вибору лікарських засобів, профілактичних заходів та формування поведінки, спрямованої на збереження здоров'я.

Аптека часто виступає першою, а іноді і єдиною точкою звернення населення, особливо у випадках легких симптомів або потреби в консультації, що підсилює її роль у системі громадського здоров'я.

Реалізація функцій промоції здоров'я в аптечних закладах може здійснюватися за кількома взаємопов'язаними напрямками: консультування клієнтів/пацієнтів, зокрема і щодо профілактики неінфекційних захворювань (НІЗ), мотивування до скринінгів чи реалізація окремих скринінгових заходів, освітня діяльність. Реалізація зазначеного потенціалу фармацевтичного сектору відбувається через конкретні напрями діяльності, які інтегруються в повсякденну практику аптечних закладів

Фармацевти на постійній основі забезпечують індивідуальне інформування щодо вибору та правильного використання лікарських засобів. Але водночас вони можуть консультувати щодо профілактики захворювань через застосування окремих лікарських препаратів та дотримання здорового способу життя. Одним із

ключових інструментів такого впливу є профілактична спрямованість фармацевтичного консультування.

Профілактику захворювань аптеки можуть забезпечувати через інструменти первинної та вторинної профілактики. Зокрема, вторинна профілактика може реалізовуватись через контроль артеріального тиску та оцінку факторів ризику з метою ранньої діагностики НІЗ, первинна – через рекомендації щодо модифікації способу життя: харчування, фізичної активності, нормалізації сну, безпечної статевої поведінки та вакцинації.

Так, аптечні втручання, спрямовані на корекцію харчової поведінки, продемонстрували позитивний вплив на антропометричні показники та поведінкові зміни у харчуванні, а у пацієнтів із хронічними НІЗ – клінічно значущу динаміку рівнів холестерину та артеріального тиску, що свідчить про розширення ролі фармацевтів за межі їхніх традиційних функцій [9]. Окремим важливим напрямом є консультування щодо оральних нутритивних добавок, яке реалізується через індивідуально орієнтований підхід до пацієнта, тісну між-професійну співпрацю з дієтологами та безперервне підвищення фахової компетентності аптечних працівників у цій галузі [10]. Водночас систематичний огляд якісних досліджень свідчить, що брак знань фармацевтів у сфері дієтичних і рослинних добавок зумовлений недостатністю спеціалізованої освіти та підготовки, обмеженням регулюванням цих продуктів і недостатньою доступністю надійних інформаційних ресурсів в аптеці, що в поєднанні з дефіцитом часу перешкоджає повноцінному консультуванню пацієнтів [11].

Формування достатнього рівня фізичної активності населення – також важливий напрямок профілактичної діяльності поряд із впливом на харчову поведінку. Фармацевтичний сектор відіграє важливу роль у профілактиці неінфекційних захворювань через залучення населення до фізичної активності як ключового модифікованого чинника ризику. Дослідження свідчать, що аптечні заклади можуть бути ефективним середовищем для коротких поведінкових інтервенцій, спрямованих на підвищення рівня фізичної активності шляхом консультування, мотиваційної підтримки та надання рекомендацій щодо способу життя. Встановлено, що фармацевтичні працівники здатні ідентифікувати осіб із низьким рівнем фізичної активності та підвищеним ризиком розвитку серцево-судинних і метаболічних захворювань, а також ініціювати короткі інтервенції, які сприяють формуванню намірів до зміни поведінки та підвищенню рівня фізичної активності [12]. Крім того, результати досліджень свідчать, що участь фармацевтів у таких інтервенціях може бути інтегрована у повсякденну аптечну практику без суттєвого порушення робочих процесів, хоча це і потребує додаткових ресурсів: освітніх, часових, мотиваційних [13]. Фармацевти, працюючи безпосередньо в громадах, можуть виступати ключовими центрами координації взаємодії з пацієнтами, медичними фахівцями та місцевими ресурсами, тому їх необхідно забезпечити належними знаннями, обізнаністю та доступністю для ефективного просування фізичної активності

у щоденній консультативній практиці [14]. Систематичний огляд засвідчує, що фармацевти мають значний потенціал у просуванні фізичної активності на рівні громади, проте ефективність таких інтервенцій обмежується їх різномірністю та потребує подальшої стандартизації й інтеграції в практику громадського здоров'я [15].

Водночас спектр профілактичних послуг, що можуть надаватися в аптечних закладах, не обмежується лише поведінковими факторами ризику та охоплює інші важливі компоненти громадського здоров'я. Систематичний огляд засвідчує, що працівники фармацевтичного сектору відіграють важливу роль і в наданні послуг у сфері сексуального та репродуктивного здоров'я, розширюючи доступ населення до відповідних сервісів, однак ефективність їхньої діяльності залежить від рівня підготовки, нормативного забезпечення та інтеграції в систему охорони здоров'я [16]. Пацієнт-орієнтовані інструменти консультування демонструють ефективність у покращенні вибору контрацепції відповідно до індивідуальних потреб пацієнтів, підвищенні розуміння інструкцій та забезпеченні ефективної комунікації між фармацевтами, пацієнтами і лікарями, що підсилює роль фармацевтів у раціональному застосуванні контрацептивів, хоча потребує подальшого розвитку та впровадження інноваційних підходів [17].

Фармацевтичний сектор відіграє роль у підвищенні охоплення вакцинацією населення, виступаючи як доступний компонент системи охорони здоров'я, здатний забезпечувати освітню підтримку, адвокацію та безпосереднє введення вакцин. Дані сучасних систематичних оглядів і мета-аналізів свідчать, що залучення фармацевтів достовірно підвищує рівень вакцинації незалежно від їхньої ролі – як імунізаторів, консультантів чи фасилітаторів процесу [18, 19]. Зокрема, участь фармацевтів асоціюється зі зростанням охоплення щепленнями, що підтверджує їхню ефективність у реалізації програм імунопрофілактики [19]. Дані, отримані на основі рандомізованих контрольованих досліджень, також демонструють значний внесок фармацевтів у підвищення рівня вакцинації через комплексні інтервенції, включаючи інформування та доступність послуг [20, 21]. Практичне значення цього підходу підтверджується масштабною участю фармацевтів у програмах вакцинації проти COVID-19, зокрема у США, де вони забезпечили введення значної частки доз вакцин [20]. Водночас аптечні заклади розглядаються як перспективні центри імунізації, хоча рівень їхньої інтеграції в систему охорони здоров'я залишається нерівномірним між країнами, що підкреслює необхідність подальшого нормативного та організаційного розвитку цього напрямку [22]. Крім того, високий рівень готовності фармацевтів до надання послуг вакцинації (до 94,1% за даними мета-аналізу) свідчить про значний потенціал фармацевтичного сектору в розширенні доступу до імунопрофілактики [23].

Окрім профілактичних та освітніх інтервенцій, фармацевтичний сектор також може виконувати функції раннього виявлення факторів ризику розви-

тку захворювань. Результати досліджень підтверджують, що аптечні заклади є ефективним середовищем і для проведення так званого опортуністичного скринінгу, де успішно виявляється значна частка факторів ризику, зокрема підвищений артеріальний тиск, гіперхолестеринемія та ризик розвитку цукрового діабету [24, 25]. Таким чином, в аптечних закладах можуть здійснюватися вимірювання рівня глюкози, холестерину та інші заходи раннього виявлення факторів ризику. Проте реалізація таких послуг може мати й ряд перешкод, зокрема недостатність ресурсів та теоретико-практичної підготовки фахівців, низький рівень взаємодії з лікарями первинної медичної допомоги для забезпечення наступності ведення пацієнтів та їх подальшого направлення на спеціалізовану медичну допомогу. Додатковими бар'єрами можуть виступати відсутність чітких протоколів проведення скринінгу в аптечних умовах, обмежений час для консультування, недостатня мотивація фармацевтичних працівників, а також недосконалість нормативно-правового регулювання таких послуг. У сукупності це знижує ефективність впровадження скринінгових ініціатив у практику аптечних закладів, що обумовлює необхідність їх стандартизації, посилення міжпрофесійної взаємодії та інтеграції в систему первинної медичної допомоги.

Окрім клінічно орієнтованих послуг, важливим компонентом діяльності аптек є інформаційно-просвітницька функція. Аптеки виступають платформою для інформаційних кампаній; поширення доказової інформації; формування фармацевтичної грамотності.

Узагальнення наведених напрямів діяльності дозволяє виокремити основні підходи до реалізації функцій промоції здоров'я у фармацевтичному секторі: медичний, освітній, поведінковий.

Поведінковий вплив аптечного середовища на населення реалізується через міжособистісну комунікацію (фармацевт–пацієнт); інформаційне середовище (матеріали, рекомендації); організацію простору (викладка товарів, доступність інформації). Цей вплив є особливо важливим у контексті формування відповідального ставлення до використання лікарських засобів та профілактики самолікування.

Ефективність реалізації зазначених підходів підтверджується досвідом країн із розвиненими системами громадського здоров'я. У країнах Європейського Союзу, США та Великій Британії аптечні заклади активно інтегровані у систему громадського здоров'я. Основними напрямками їхньої діяльності є участь у вакцинації населення; реалізація програм контролю хронічних захворювань; проведення скринінгових обстежень; участь у міждисциплінарних командах. Такі підходи демонструють високу ефективність у зниженні навантаження на систему охорони здоров'я й наближеність до населення. Водночас успішна реалізація цих функцій значною мірою зумовлена системними чинниками – безперервною фаховою освітою фармацевтів, належною фінансовою винагородою за надання послуг громадського здоров'я та міжпрофесійною співпрацею, підкріпленою підтримкою держави й регуляторних органів [26].

В Україні аптечні заклади мають значний потенціал для участі в заходах промоції здоров'я, однак їхня роль у цій сфері залишається обмеженою. Основними бар'єрами можна вважати відсутність чіткої інтеграції аптек у систему громадського здоров'я; недостатню регламентацію профілактичних функцій фармацевтів; переважання комерційної складової діяльності; обмежений час для консультування.

Результати аналізу свідчать про те, що аптечні заклади можуть виступати важливим ресурсом системи громадського здоров'я, особливо на рівні територіальних громад. Їхня інтеграція в профілактичні програми дозволить розширити доступ населення до заходів промоції здоров'я.

Водночас необхідним є розвиток нормативного забезпечення, стандартизація фармацевтичного консультування та підвищення ролі фармацевтів як учасників міжсекторальної взаємодії.

Систематизація отриманих результатів та теоретичних положень дозволила сформулювати концептуальну рамку ролі фармацевтичного сектору в промоції здоров'я на рівні громади (табл. 1).

Запропонована концептуальна рамка відображає роль фармацевтичного сектору в реалізації стратегій промоції здоров'я на рівні громади через взаємозв'язок вхідних умов, інтервенцій, механізмів впливу та результатів. Вона передбачає реалізацію консультування, скринінгу, освітньої діяльності, поведінкових інтервенцій і вакцинації в межах медичного, освітнього, поведінкового підходів, а також підходів розширення повноважень і соціальних змін. Досягнення коротко-, середньо- та довгострокових результатів забезпечується через ефективну комунікацію, персоналізацію рекомендацій і міжсекторальну взаємодію за умови належного нормативного, організаційного та ресурсного забезпечення.

Висновки. Фармацевтичний сектор є важливим компонентом системи громадського здоров'я та має значний потенціал у реалізації стратегій промоції здоров'я на рівні громади. Аптечні заклади створюють сприятливі умови для впровадження профілактичних інтервенцій завдяки своїй доступності, високому рівню довіри та частоті контактів із населенням. Основними напрямками участі фармацевтів у промоції здоров'я є консультування, проведення скринінгових заходів, освітня діяльність, реалізація поведінкових інтервенцій та участь у вакцинації, що сприяє підвищенню обізнаності населення, зміні поведінкових практик і зростанню охоплення профілактичними послугами.

Запропонована концептуальна рамка систематизує роль аптечних закладів у громадському здоров'ї та демонструє взаємозв'язок між ресурсами, інтервенціями та результатами, що забезпечує її практичну цінність для планування і впровадження програм промоції здоров'я. Водночас ефективна реалізація потенціалу фармацевтичного сектору потребує удосконалення нормативно-правового забезпечення, розширення функціональних повноважень фармацевтів, розвитку міжпрофесійної співпраці та інтеграції аптечних закладів у систему громадського здоров'я.

Концептуальна рамка ролі фармацевтичного сектору у реалізації стратегій промоції здоров'я на рівні громади

| Елементи концептуальної рамки | Характеристика |
|--|--|
| Вхідні умови (Inputs) | доступність аптечних закладів; високий рівень довіри до фармацевтів; частота контактів із населенням; професійна компетентність персоналу; нормативно-правове забезпечення |
| Інтервенції (Activities) | консультування: раціональне застосування лікарських засобів, профілактика НІЗ, рекомендації щодо способу життя; скринінг: вимірювання артеріального тиску, рівня глюкози, холестерину, оцінка факторів ризику; освітня діяльність: інформаційні кампанії, формування фармацевтичної грамотності; поведінкові інтервенції: мотивація до фізичної активності, здорового харчування, відмова від шкідливих звичок; вакцинація: інформування, адвокація, введення вакцин |
| Підходи до реалізації (Approaches) | медичний: профілактика, скринінг, вакцинація; освітній: інформування, підвищення фармацевтичної грамотності; поведінковий: вплив на здоров'язбережувальну поведінку; розширення повноважень: підвищення спроможності населення контролювати власне здоров'я; соціальних змін: формування здорового середовища та підтримка громадських ініціатив |
| Механізми впливу (Mediators) | комунікація фармацевт-пацієнт; персоналізовані рекомендації; поведінковий вплив середовища аптеки; міжсекторальна взаємодія |
| Короткострокові результати (Outputs) | підвищення обізнаності; зміна намірів поведінки; виявлення факторів ризику |
| Середньострокові результати (Outcomes) | зміна поведінки (фізична активність, харчування); підвищення охоплення вакцинацією; покращення прихильності до лікування |
| Довгострокові результати (Impact) | зниження поширеності НІЗ; покращення якості життя; зниження навантаження на систему охорони здоров'я |
| Контекстні фактори (Context) | державна політика; фінансування; інтеграція аптек у систему громадського здоров'я; міжпрофесійна співпраця |

REFERENCES

- Brych VV. Theoretical basis of health promotion at the level of the territorial community. Public health system in Ukraine and EU countries: realities, transformation, development vectors, perspectives : scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. p. 542-60. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-497-9-26>
- Myronyuk IS, Slabkiy GO, Shafranskiy VV, Brych VV, Bilak-Lukyanchuk VY. Territorial communities as a basic level of providing strengthening and maintaining of the population health. Ukr S Health. 2021;(4):57-62. DOI: <https://doi.org/10.32782/2077-6594.4.1.2021.247006>
- Strand MA. The role of pharmacy in promoting public health: Pharmacy and public health in 2050. J Am Pharm Assoc. 2025;65(1):102272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japh.2024.102272>
- Shirdel A, Pourreza A, Daemi A, Ahmadi B. Health-promoting services provided in pharmacies. J Educ Promot. 2021 Jan;10(1):234. DOI: https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1374_20
- Herbert SM, Falcione B, Hutar M, McGivney M, Carroll JC. Expanding public health initiatives through community pharmacies and student pharmacists: a programmatic case study. J Am Pharm Assoc. 2024;102191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japh.2024.102191>
- Valliant SN, Burbage SC, Pathak S, Urick BY. Pharmacists as accessible health care providers: quantifying the opportunity. J Manag Care Amp Spec Pharm. 2022;28(1):85-90. DOI: <https://doi.org/10.18553/jmcp.2022.28.1.85>
- Gregory PA, Austin J. How do patients develop trust in community pharmacists? Res Soc Adm Pharm. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.07.023>
- Te Paske R, van Dijk L, Yilmaz S, Linn A, van Boven J, Vervloet M. Factors associated with patient trust in the pharmacy team: findings from a mixed method study involving patients with asthma & COPD. Patient Prefer Adherence. 2023;Volume 17:3391-401. DOI: <https://doi.org/10.2147/ppa.s429969>
- Abdalla GY, Hannan M, Feeney R, Kiely SKB. Community pharmacy-delivered interventions for nutrition and diet-related health promotion. Proceedings. 2023;91(1):274. DOI: <https://doi.org/10.3390/proceedings2023091274>

-
10. Gregório J, Tavares P, Alves E. Pharmacists' perceptions on nutritional counseling of oral nutritional supplements in the community pharmacy: an exploratory qualitative study. *pharmacy (Basel)*. 2023;11(2):78. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmacy11020078>
 11. Ng JY, Tahir U, Dhaliwal S. Barriers, knowledge, and training related to pharmacists' counselling on dietary and herbal supplements: a systematic review of qualitative studies. *BMC Health Serv Res*. 2021;21(1):499. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06502-4>
 12. Viegas R, Guerreiro MP, Duarte-Ramos F, Mendes R, da Costa FA. The role of community pharmacists and pharmacies in physical activity promotion: an interdisciplinary e-Delphi study. *Int J Clin Pharm*. 2024 Apr 25. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11096-024-01731-z>
 13. Viegas R, Godinho CA, Romano S. Physical activity promotion in community pharmacies: pharmacists' attitudes and behaviours. *Pharm Pract*. 2021 Sep 11;19(3):2413. DOI: <https://doi.org/10.18549/pharmpract.2021.3.2413>
 14. Viegas R, Silva F, Nørgaard LS, Duarte-Ramos F, Mendes R, Alves da Costa F. Physical activity promotion in the community pharmacy: an opportunity for an expanded role? *Res Soc Adm Pharm*. 2023 Dec. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2023.12.003>
 15. Viegas R, Barbosa A, Mendes R, Duarte-Ramos F, Alves da Costa F. Pharmacists' involvement in physical activity promotion in community pharmacy: a systematic review. *Eur J Public Health*. 2024 Apr 3;34(2):299-308. DOI: <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckae015>
 16. Navarrete J, Yuksel N, Schindel TJ, Hughes CA. Sexual and reproductive health services provided by community pharmacists: a scoping review. *BMJ Open*. 2021;11(7):e047034. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-047034>
 17. Vijai Indrian P, Chong WW, Ali A, Mhd Ali A. Patient-Centred counselling tools for dispensing contraceptives in community pharmacy settings: a systematic review. *Open Access J Contracept*. 2024;Volume 15:119-33. DOI: <https://doi.org/10.2147/oajc.s487417>
 18. Isenor JE, Edwards NT, Alia TA, Slayter KL, MacDougall DM, McNeil SA, Bowles SK. Impact of pharmacists as immunizers on vaccination rates: a systematic review and meta-analysis. *Vaccine*. 2016;34(47):5708-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.08.085>
 19. Lan LM, Veettil SK, Donaldson D, Kategeaw W, Hutubessy R, Lambach P, Chaiyakunapruk N. The impact of pharmacist involvement on immunization uptake and other outcomes: an updated systematic review and meta-analysis. *J Am Pharm Assoc*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japh.2022.06.008>
 20. Elghanam Y, Kim EY. Impact of pharmacist intervention on enhancing vaccination coverage: a systematic review and meta-analysis. *Res Soc Adm Pharm*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2025.03.004>
 21. Rahim MH, Dom SH, Hamzah MS, Azman SH, Zaharuddin Z, Fahrni ML. Impact of pharmacist interventions on immunisation uptake: a systematic review and meta-analysis. *J Pharm Policy Pract*. 2023;17(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/20523211.2023.2285955>
 22. Romero-Mancilla MS, Mora-Vargas J, Ruiz A. Pharmacy-based immunization: a systematic review. *Front Public Health*. 2023;11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1152556>
 23. Udoh A, Ernawati D, Ikhile I, Yahyouche A. Pharmacists' willingness to offer vaccination services: a systematic review and meta-analysis. *Pharmacy*. 2024;12(4):98. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmacy12040098>
 24. Willis A, Rivers P, Gray LJ, Davies M, Khunti K. The effectiveness of screening for diabetes and cardiovascular disease risk factors in a community pharmacy setting. *PLoS ONE*. 2014;9(4):e91157. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091157>
 25. Krass I, Twigg MJ, Mitchell B, Wilson F, Mohebbi M, Trinder P, Shih ST, Carter R, Versace VL, McNamara K. Participant and GP perspectives and experiences of screening for undiagnosed type 2 diabetes in community pharmacy during the Pharmacy Diabetes Screening Trial. *BMC Serv Res*. 2023;23(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12913-023-10269-1>
 26. Mumbi A, Mugo P, Barasa E, Abiuro GA, Nzinga J. Factors influencing the uptake of public health interventions delivery by community pharmacists: A systematic review of global evidence. *PLoS ONE*. 2024;19(8):e0298713. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298713>

Дата першого надходження статті до видання: 17.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Лінніков Святослав Валерійович,
координатор південного офісу Бюро ВООЗ в Україні,
ORCID ID: 0000-0001-6877-2777
м. Одеса, Україна

ДОМЕДИЧНА ДОПОМОГА ДЛЯ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ У ПРИФРОНТОВИХ ГРОМАДАХ ХЕРСОНЩИНИ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ЕМД: РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ЗА ПРИНЦИПАМИ MARCH

Вступ. Прифронтові громади Херсонської області зазнають системних загроз від короткодістанційних безпілотників, що ускладнює пересування цивільних і роботу служб реагування. Моніторингові дані ООН вказують, що FPV/короткодістанційні дрони стали провідним чинником цивільних втрат у прифронтових районах, зокрема в урядово-контрольованій частині Херсонщини, а також спричиняють обмеження доступу населення до медичної допомоги. ВООЗ документує значну кількість атак на систему охорони здоров'я в Україні, включно з медичним транспортом, що додатково погіршує доступність екстреної допомоги.

Мета. Описати та обґрунтувати навчальну програму домедичної підготовки немедичних фахівців у прифронтових громадах Херсонщини, розроблену за принципами MARCH, як інструмент підвищення виживаності та спроможності громад до самопомоги й взаємодопомоги в умовах затримки або недоступності ЕМД.

Матеріали і методи. Застосовано програмно-описовий дизайн: аналіз контекстних ризиків доступу до ЕМД у прифронтових громадах; проєктування модульної програми (безпека та алгоритм дій; контроль масивної кровотечі; базова підтримка прохідності дихальних шляхів і дихання; профілактика гіпотермії; комунікація та виклик допомоги; практичні сценарії). Очікувані результати. Підвищення готовності цивільних діяти у перші критичні хвилини травми; зростання частки правильно виконаних навичок (накладання турнікета, прямиї тиск, тампонування рани; запобігання гіпотермії; безпечна евакуація); формування мережі «перших реагувальників» у громаді та алгоритмів взаємодії з ЕМД і місцевими службами.

Висновки. В умовах, коли доступ бригад ЕМД до окремих населених пунктів є нестабільним або небезпечним, MARCH-орієнтована домедична підготовка немедиків є практично доцільною інтервенцією, здатною зменшити втрати від потенційно запобіжних причин та підвищити стійкість громад. Необхідні подальші оцінки ефективності (до/після навчання, утримання навичок, польові індикатори) та масштабування через підготовку інструкторів (формат «Training of Trainers»).

Ключові слова: домедична допомога, прифронтові громади, екстрена медична допомога, контроль кровотечі, навчання населення.

Linnikov Sviatoslav Valeriyovych, *Coordinator of the Southern Office, WHO Country Office in Ukraine;* ORCID: 0000-0001-6877-2777, Odesa, Ukraine

PREHOSPITAL AID FOR CIVILIANS IN FRONTLINE COMMUNITIES OF KHERSON REGION UNDER LIMITED ACCESS TO EMS: DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF A MARCH-BASED TRAINING PROGRAMME

Introduction. Frontline communities in Kherson oblast face persistent short-range drone threats that restrict civilian movement and disrupt emergency response. UN monitoring shows that FPV/short-range drones have become a leading driver of civilian harm in frontline areas, particularly in government-controlled parts of Kherson, and they also reduce access to essential services, including health care. WHO has documented numerous attacks on the health system in Ukraine, including incidents affecting medical transport, further undermining timely emergency care.

Aim. To describe and substantiate an MARCH-principled first-aid training program for non-medical community members in frontline Kherson, designed to improve survival and community capacity for self- and mutual aid when EMS response is delayed or unavailable.

Methods. A programmatic descriptive study was used: assessment of contextual risks to EMS access in frontline communities; modular curriculum design (scene safety and action algorithm; massive hemorrhage control; basic airway and breathing support; hypothermia prevention; communication and referral; scenario-based practice). The curriculum aligns with evidence-based bleeding control approaches (Stop the Bleed) and Ministry of Health of Ukraine guidelines, adapted to prolonged time-to-care conditions. Expected outcomes. Enhanced civilian readiness to act in the first critical minutes of trauma; increase in correctly performed skills (tourniquet application, direct pressure, wound packing, hypothermia prevention, safe evacuation); establishment of a community “first responders” network and protocols for interaction with EMS and local services.

Conclusions. In settings where EMS access to certain localities is unstable or dangerous, MARCH-oriented first-aid training for laypersons is a feasible intervention that can reduce preventable deaths and improve community resilience. Further evaluation is needed to quantify effectiveness (pre/post-training, skill retention, field indicators) and to scale the program through training of trainers.

Key words: first aid, frontline communities, emergency medical services, hemorrhage control, civilian training.



Вступ. Прифронтові території півдня України характеризуються поєднанням високого ризику травматизації населення та обмеженого доступу до екстреної медичної допомоги (ЕМД) через постійні загрози для пересування, зокрема від короткодістанційних дронів. За даними Моніторингової місії ООН з прав людини, у січні 2025 року саме такі дрони спричинили найбільше цивільних втрат серед усіх видів озброєння; у підконтрольній уряду частині Херсонщини вони становили значну частку всіх втрат [1]. Особливою проблемою є цілеспрямовані атаки на систему охорони здоров'я та медичний транспорт. ВООЗ повідомляла, що лише за перший квартал 2024 року частина верифікованих атак була спрямована на служби ЕМД, зокрема, пошкоджено автомобілі швидкої допомоги та об'єкти баз ЕМД. Станом на грудень 2025 року ВООЗ верифікувала тисячі атак на медичну систему України; майже чверть із них впливали на медичний транспорт (включно зі «швидкими»), що системно знижує спроможність реагувати на невідкладні стани [2]. Дані HRMMU також зазначають, що дрони нерідко атакують не лише цивільних, а й бригади швидкої допомоги та медиків, які прянують на виклики або надають допомогу пораненим після попередніх ударів, що призводить до ще більшого розриву між потребою в допомозі та можливістю її отримати. Такі умови суттєво ускладнюють дотримання принципу «золотої години» в наданні допомоги [3], і справді більшість смертей від бойової травми стається ще до доставки постраждалого до закладу охорони здоров'я [4]. У цій реальності особливої ваги набувають втручання, що підвищують здатність населення прифронтових громад до надання само- та взаємодопомоги у перші хвилини після отримання поранень – до прибуття професійних служб або здійснення медичної евакуації.

Мета та завдання. Метою дослідження є описати та науково обґрунтувати спеціалізовану навчальну програму з першої домедичної допомоги для цивільного населення прифронтових громад Херсонської області, розроблену за алгоритмом MARCH, як відповідь на проблеми обмеженого доступу до ЕМД. Відповідно до поставленої мети визначено такі завдання:

1. Визначити ключові контекстні бар'єри доступу до ЕМД у прифронтових громадах;
2. Описати структуру, зміст і методiku навчання за програмою;
3. Запропонувати рамкові підходи до оцінки ефективності навчання (критерії, показники до/після, ретенція навичок);
4. Окреслити механізми впровадження та масштабування програми (підготовка тренерів, взаємодія з системою ЕМД, забезпечення аптечками тощо).

Матеріали і методи дослідження. Дослідження має програмно-описовий характер із елементами впроваджувального аналізу. Здійснено послідовність: оцінка контексту і ризиків, пов'язаних з обмеженим доступом до ЕМД у прифронтових громадах; проектування навчальної програми домедичної допомоги; визначення моделі оцінювання результатів та ефективності програми. Первинні дані про загрози для медичної евакуації та потреби громад отримано з від-

критих джерел (звітів міжнародних організацій, статистики атак на медичну інфраструктуру). Розробка навчальної програми здійснювалася з урахуванням актуальних доказових підходів у тактичній медицині та першій допомозі. Для аналізу результатів навчання використовували методи описової статистики (обчислення середніх величин, часток, стандартного відхилення) та парний критерій Стьюдента (для порівняння середніх значень до і після навчання).

Основний матеріал. Цільовою аудиторією курсу були мешканці прифронтових населених пунктів, які залишаються у громаді та потенційно можуть першими опинитися поруч із постраждалим, не маючи медичної освіти (працівники комунальних служб, волонтери, соціальні працівники, представники місцевої влади, водії, співробітники критичної інфраструктури тощо). Програма тренінгу побудована з опорою на алгоритм MARCH: за результатами навчання учасники отримують базовий набір засобів і відпрацьовують необхідні навички, щоб безпечно виконати критично важливі дії до прибуття медиків і тим самим стабілізувати стан постраждалого. Ключовий акцент зроблено на контролі масивної кровотечі та базових діях для забезпечення прохідності дихальних шляхів – саме ці втручання найсуттєвіше впливають на виживання в перші хвилини травми. Програма узгоджена з рекомендаціями Європейської ради реанімації (ERC) 2021 року щодо першої допомоги [5] та нормативними протоколами МОЗ України (наказ № 441 від 09.03.2022) [6], а також враховує сучасні підходи до зупинки кровотечі, зокрема ініціативи «Stop the Bleed» [7]. Загальна тривалість тренінгу становила 6–8 годин (можливо у форматі 2 дні по 4 години); приблизно 20–30% часу відводилося на теоретичну частину і 70–80% – на відпрацювання практичних навичок та сценаріїв.

Основні модулі курсу включали:

Модуль 1. Безпека та тактика дій. Оцінка ситуації і загроз (ризик дронів, обстрілів, мін); принцип «не стати другим постраждалим». Правила виклику допомоги та передача короткого повідомлення про інцидент; координація дій з екстреними службами.

Модуль 2. Масивна кровотеча (пріоритет № 1). Навички прямого тиску на рану, накладення тиснучої пов'язки, застосування джгута за показаннями; основні принципи зупинки кровотечі. Відпрацювання на манекенах або тренажерах.

Модуль 3. Дихальні шляхи та дихання. Положення постраждалого без свідомості; контроль прохідності дихальних шляхів у межах першої допомоги (відкидання голови, підняття підборіддя); ознаки критичного стану, що потребує негайної евакуації (утруднене дихання, напружений пневмоторакс тощо).

Модуль 4. Профілактика гіпотермії, шок та іммобілізація. Запобігання охолодженню постраждалого після значної крововтрати/травми з використанням термоізоляційних засобів та доступних матеріалів; основи іммобілізації подручними засобами.

Модуль 5. Алгоритм дій до передачі постраждалого професіоналам. Мінімальна документація (час і перелік наданих втручань); передача постраждалого

бригаді ЕМД; комунікація з місцевими службами, повідомлення про небезпечні невибухлі предмети при їх наявності.

Модуль 6. Сценарії (симуляційні вправи). Програвання типових ситуацій – «поранення у дворі», «поранення на дорозі», «поранений у транспорті»; відпрацювання дій в команді 2–3 осіб; контроль помилок і дебрифінг після вправ. Важливим принципом курсу є наголос на особистій безпеці: якщо ризик для цивільного рятувальника залишається високим (активний обстріл, присутність дронів), він повинен діяти лише в межах прийнятної ризику і не наражатися на ураження сам під час спроб допомогти іншому. Ця позиція чітко комунікувалася і підкріплювалася алгоритмами щодо ситуацій, коли надання допомоги є неможливим або має бути відкладеним до зниження рівня загрози.

Оцінювання знань і навичок. Перед початком навчання всі учасники пройшли вхідний письмовий тест, а після завершення – аналогічний вихідний тест для оцінки динаміки знань. Тест складався з 30 питань, що охоплювали ключові розділи алгоритму MARCH (M – 10 питань, A – 6, R – 6, C – 4, H – 4; максимальна сумарна оцінка 30 балів). Для уникнення фактора випадкового вгадування правильна відповідь давала +1 бал, хибна – –0,5 бала, опція «не знаю» оцінювалася в 0; таким чином заохочувалося усвідомлення власних меж знань (принцип «не знаєш – не роби»). Успішним проходженням вважався результат від 20 балів ($\geq 70\%$ правильних відповідей). Практичні навички контролю кровотечі оцінювалися інструкторами за стандартизованим чек-листом (OSCE-підхід) до і після навчання: фіксувалася здатність правильно накласти турнікет або тиснучу пов'язку, виконати тампонування рани, забезпечити профілактику гіпотермії та налагодити базову комунікацію з постраждалим. Критичними вважалися елементи: перевірка безпеки місця події, виявлення масивної кровотечі та зупинка її накладанням турнікета або тампонуванням, відкриття дихальних шляхів; виконання ключових дій протоколу MARCH упродовж ≤ 5 хвилин. Для оцінки утримання навичок заплановано фоллоу-ап через 3–5 місяців після тренінгу (короткий повторний тест та моделювання 1 сценарію). В якості процесуальних індикаторів ефективності програми відстежувалися кількість навчених осіб, покриття (кількість громад, охоплених навчанням), забезпеченість учасників індивідуальними аптечками та періодичність оновлювальних навчань.

Результати дослідження. У листопаді–грудні 2025 року було проведено 8 виїзних тренінгів для мешканців громад Херсонської області, розташованих на підконтрольній Україні правобережній частині регіону вздовж річки Дніпро, які систематично зазнають щоденних атак дронів і артилерії. В цих громадах доступ бригад ЕМД обмежений з міркувань безпеки, а час до медичної евакуації у складних випадках може сягати 2–5 годин. Це підвищує значущість готовності населення до самостійного надання допомоги у перші критичні хвилини після травми. Загалом у тренінгах взяли участь 80 осіб, із

них 54 жінки (67,5%) та 26 чоловіків (32,5%); середній вік учасників становив $44,0 \pm 5,6$ року. Раніше проходили навчання з першої допомоги 26 учасників (32,5%). За тиждень до початку тренінгу кожен зареєстрований учасник отримував матеріали для попереднього ознайомлення, а також посилання на відповідний онлайн-курс Академії НСЗУ «Перший на місці події» [8]. Усі учасники виконали вхідний контроль знань перед початком курсу та вихідний – після його завершення. Рівень теоретичної підготовки оцінювався за тестом із 30 питань, структурованим за розділами MARCH: середній сумарний бал до навчання становив $16,2 \pm 2,8$, після навчання – $25,8 \pm 2,0$ (різниця $+9,6$; $p < 0,001$). Найбільший приріст знань відзначений у блоці M (Massive bleeding): середній бал до навчання $5,2 \pm 1,6$ із 10 можливих, після – $9,0 \pm 1,0$ ($\Delta = +3,8$; $p < 0,001$). За компонентом A (Airway, прохідність дихальних шляхів) показник зріс із $3,2 \pm 1,1$ із 6 до $5,2 \pm 0,8$ ($\Delta = +2,0$; $p < 0,001$). У компоненті R (Respiration, дихання/ураження грудної клітки) – з $3,0 \pm 1,2$ із 6 до $5,2 \pm 0,8$ ($\Delta = +2,2$; $p < 0,001$). Менший, хоча статистично значущий, приріст зафіксовано у блоці C (Circulation/Shock): з $2,2 \pm 0,9$ із 4 до $3,4 \pm 0,6$ ($\Delta = +1,2$; $p < 0,001$), а також у блоці H (Hypothermia/Head injury): з $2,6 \pm 0,8$ із 4 до $3,6 \pm 0,5$ ($\Delta = +1,0$; $p < 0,001$). Частка учасників, які правильно виконали практичну навичку зупинки критичної кровотечі без помилок, зросла з 22% (до навчання) до 86% (після навчання), що свідчить про суттєве підвищення готовності слухачів діяти в одному з найважливіших аспектів домедичної допомоги. Після завершення курсу проводилося опитування щодо якості тренінгу. На питання «Чи були теми, наведені на заняттях, для вас зрозумілими?» (оцінка доступності матеріалу для немедиків) 64 учасники (80,0%) відповіли «так, повністю», 10 (12,5%) – «скоріше так», тоді як 6 осіб (7,5%) відзначили, що деякі теми виявилися надто складними. У відкритих коментарях серед найважчих тем найчастіше згадували накладання турнікета та окремі елементи маніпуляцій для забезпечення прохідності дихальних шляхів (зокрема правильне закидання голови). На питання «Чи відповідає тренінг потребам вашої громади?» (оцінка релевантності навчання) 77 респондентів (96,2%) обрали відповідь «так, цілком релевантно», ще 3 (3,8%) – «швидше релевантно». Самооцінка готовності надавати першу допомогу після проходження курсу виявилася загалом високою: 54 учасники (67,5%) відзначили, що відчувають себе «повністю готовими», 10 (12,5%) – «скоріше готовими». Водночас 8 респондентів (10,0%) відповіли «скоріше не готові» і 8 (10,0%) – «не готові надавати першу допомогу». Серед причин недостатньої готовності у відкритих відповідях переважали: високий рівень небезпеки на місці події, страх нашкодити постраждалому та психологічна неготовність контактувати з великою кількістю крові. Найкориснішими темами тренінгу учасники назвали: контроль масивної кровотечі – 58 осіб (72,5%); оцінку безпеки місця події – 10 осіб (12,5%); усунення асфіксії (удушення) – 6 осіб (7,5%); допомогу при пораненнях грудної клітки – 3 особи (3,8%);

профілактику гіпотермії – 3 особи (3,8%). У питанні щодо побажань до покращення програми (відповіді надали 77 респондентів) у більшості випадків зазначалося, що тренінг не потребує змін або міститиме позитивні відгуки (45 відповідей, 58,4%). Водночас 19 осіб (24,7%) рекомендували збільшити тривалість навчання, 10 (13,0%) запропонували проводити тренінги на регулярній основі (орієнтовно раз на пів року для закріплення навичок), а 3 респонденти (3,9%) наголосили на потребі ще більшої кількості практичних відпрацювань. На питання про теми/навички, яких не вистачило (відповіли 67 осіб), майже половина (32 відповіді; 47,8%) відзначила, що нічого не бракувало у програмі. Серед додаткових запитів найчастіше згадували навчання серцево-легеневої реанімації (13 відповідей; 19,4%), методи переміщення/евакуації постраждалих (6 відповідей; 9,0%) та першу допомогу при переломах (5 відповідей; 7,5%). Інші окремі теми становили сумарно 16,4% відповідей.

Обговорення

Умови прифронтової Херсонщини сформували поєднання негативних факторів для системи охорони здоров'я: (1) високий ризик ураження цивільних короткодистанційними дронами; (2) обмеження пересування і доступу до базових медичних послуг; додатковий тиск через атаки на медичну інфраструктуру, включаючи автомобілі «швидкої» та рятувальників. Ці чинники призводять до розриву традиційного ланцюга порятунку життя й потребують адаптації підходів до надання допомоги. Зокрема, спостерігається підрих концепції «золотої години» на полі бою, що відзначається і в сучасних дослідженнях, присвячених конфлікту в Україні. За таких обставин модель «перші реагувальники в громаді» стає логічним елементом стратегії підвищення стійкості громади. Вона, звісно, не замінює собою ЕМД, але покликана «закрити» критичний часовий проміжок до надання професійної допомоги. Фокус програми на контролі масивної кровотечі повністю відповідає сучасним міжнародним підходам до навчання цивільних осіб (той-таки проєкт Stop the Bleed) та рекомендаціям з першої допомоги, де зупинка загрозливої для життя кровотечі визначена серед головних пріоритетів. Це обґрунтовується і статистично: геморагічний шок залишається провідною причиною потенційно попереджуваних смертей при травмах[9]. У ході реалізації нашої програми ідентифіковано ключові ризики та враховано шляхи їх мінімізації. Перш за все, існує ризик так званої «героїзації» – спонтанних спроб цивільних надавати допомогу під час активного обстрілу або іншої загрози, що може призвести до додаткових жертв. Для зниження цього ризику до структури курсу включено окремий модуль з оцінки безпеки та чітко визначено критерії, коли надання допомоги є неприпустимим або має бути відкладено. По-друге, можливим ризиком є некоректне відтворення навичок після завершення навчання. З метою стандартизації та підвищення відтворюваності дій ми використовували уніфіковані чек-листи оцінювання, багаторазове відпрацювання ключо-

вих маніпуляцій та пропонували підтримувальні повторні сесії за потреби. По-третє, програма врахувала етичні аспекти: участь у навчанні була добровільною; всі учасники надали інформовану згоду на участь в опитуваннях і тестуваннях; не здійснювалося збирання або зберігання жодних персональних медичних даних. Якщо виникала потреба в поглибленому зборі інформації про інциденти, це проводилося лише за окремою згодою і відповідно до вимог захисту даних. Важливо відзначити, що наші результати узгоджуються із загальноосвітніми тенденціями у підготовці населення до дій у надзвичайних ситуаціях. Зокрема, доведено, що належним чином проведене навчання суттєво підвищує впевненість пересічних громадян у собі та їхню готовність надавати допомогу при сильних кровотечах [10]. У нашому дослідженні близько 20% учасників все ще не відчували повної впевненості після тренінгу, переважно через страх та психологічні бар'єри; це вказує на потребу у додаткових заходах, таких як регулярні тренування, психологічна підготовка і підтримка з боку громад. Крім того, було висловлено запит на включення до програми базових навичок реанімації та допомоги при інших невідкладних станах. Це свідчить про потенціал розширення курсу або інтеграції його з іншими освітніми модулями (наприклад, СЛР) у майбутньому.

Висновки

1. Активні бойові дії на Херсонщині призводять до того, що доступ бригад ЕМД до місця події може бути нестабільним або надто ризикованим. В цих умовах MARCH-орієнтована підготовка цивільного населення з першої домедичної допомоги є практично обґрунтованою стратегією, яка підвищує готовність громади до самостійних дій у перші критичні хвилини травми.

2. Результати впровадження пілотних тренінгів показали суттєве зростання теоретичних знань та практичних навичок у слухачів, особливо щодо зупинки масивної кровотечі – ключового чинника виживання при травмі.

3. Подальший розвиток програми доцільно спрямувати на масштабування та інституціоналізацію на рівні громад. Перспективним є формат «Training of Trainers» із підготовкою місцевих інструкторів і наставництвом, що забезпечить сталість навчання та зменшить залежність від зовнішніх ресурсів.

4. Важливим напрямом є інтеграція підготовки першої допомоги з існуючими маршрутами екстреного реагування – зокрема, узгодження алгоритмів взаємодії підготовлених мешканців із бригадами ЕМД, місцевими службами та диспетчерськими центрами (де це можливо) для підвищення безперервності допомоги від очевидця до професійної медичної команди. 5. Для підтримання довготривалої ефективності рекомендується забезпечувати учасників мінімальними індивідуальними аптечками (IFAK) з короткими стандартними інструкціями-нагадуваннями, адаптованими до умов громади, а також запровадити регулярні повторні тренувальні сесії кожні 2–3 місяці, спрямовані на відпрацювання критичних навичок і актуалізацію алгоритмів з урахуванням змін обстановки.

REFERENCES

1. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights; UN Human Rights Monitoring Mission in Ukraine (HRMMU). Deadly drones: Civilians at risk from short-range drones in frontline areas of Ukraine, 24 February 2022 – 30 April 2025. 2025. Available at: <https://ukraine.ohchr.org/en/Deadly-drones-Civilians-at-risk-from-short-range-drones-in-frontline-areas-of-Ukraine-24-February-2022-30-April-2025> (дата звернення: 18.11.2026).
2. WHO Regional Office for Europe. Triple risk of harm for Ukraine’s health transport workers over other health-care staff, WHO data indicates. 2024. Available at: <https://www.who.int/europe/news/item/04-04-2024-triple-risk-of-harm-for-ukraine-s-health-transport-workers-over-other-health-care-staff--who-data-indicates> (дата звернення: 08.12.2026).
3. Ministerstvo okhorony zdorov’ia Ukrainy. Pro zatverdzhennia porjadkiv nadannia domedychnoi dopomohy osbam pry nevidkladnykh stanakh: nakaz vid 09.03.2022 №441. Available at: <https://moz.gov.ua/uk/decrees/nakaz-moz-ukraini-vid-09032022--441-pro-zatverdzhennja-porjadkiv-nadannja-domedichnoi-dopomogi-osobam-pri-nevidkladnih-standah> (дата звернення: 08.01.2026).
4. Schmitt J, Hoffmann C, De Lesquen H, Prat N, Cellarier D, Monchal T, Balandraud P, Meaudre E. Injury survivability and death preventability during recent conflicts in French combat fatalities: a retrospective study. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2025;99(38,1):867–878. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000004653>.
5. Zideman DA, Singletary EM, Borra V. et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: First aid. *Resuscitation*. 2021;161:270–290. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.013>.
6. Akademiia NSZU. Onlain-kurs “Pershyi na mistsi podii” [Electronic resource]. Available at: <https://academy.nszu.gov.ua/course/view.php?id=266> (дата звернення: 08.01.2026).
7. Wild H. Bringing Victim Assistance Closer to the Point of Injury: Reducing Preventable Death and Impairment among Civilian Casualties of Explosive Weapons. *Explosive Weapons Monitor, Fragments*. 2024; 2(1). Available at: <https://explosiveweaponsmonitor.org/fragments/vol/2/issue/1/article/bringing-victim-assistance-closer-to-the-point-of-injury/> (дата звернення: 09.01.2026).
8. Jarrassier A, Boutonnet M, Duranteau J et al. Initial management of haemorrhagic war casualties: tactical priorities and innovative approaches in modern and future warfare. *Critical Care*. 2025;9(1):509.–513. <https://doi.org/10.1186/s13054-025-05752-6>.
9. Spinella PC, Rasmussen TE, Schafer J et al. Zero preventable deaths after traumatic injury: an achievable goal. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2017;82(6):S2–S8. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000001425>.
10. Van Winkle B, DiBrito SR, Amini N et al. A survey of hospitalized trauma patients in hemorrhage control education: are trauma victims willing to Stop the Bleed? *Journal of Surgical Research*. 2021;264:469–473. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.03.015>.

Дата першого надходження статті до видання: 16.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Онул Наталія Михайлівна,
доктор медичних наук, професор, професор кафедри гігієни, екології та охорони праці
Дніпровського державного медичного університету
ORCID ID: 0000-0002-4968-3469
м. Дніпро, Україна

Гармаш Наталія Луарсабівна,
директор КНТ «Дніпропетровський обласний інформаційно-аналітичним
центр медичної статистики» Дніпропетровської обласної ради»
ORCID ID: 0009-0007-4084-3976
м. Дніпро, Україна

Порошинська Інна Вікторівна,
аспірант кафедри гігієни, екології та охорони праці
Дніпровського державного медичного університету
ORCID ID: 0009-0008-9168-5995
м. Дніпро, Україна

Останін Андрій Анатолійович,
заступник директора КНТ «Дніпропетровський обласний інформаційно-аналітичним центр
медичної статистики» Дніпропетровської обласної ради»,
ORCID ID: 0009-0001-9691-1049
м. Дніпро, Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДИНАМІКА ЗАХВОРЮВАНОСТІ ГОСПІТАЛІЗОВАНИХ ХВОРИХ НА ХВОРОБИ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ ЗА ПЕРІОД 2018–2025 РР.

Вступ. Серед усіх неінфекційних захворювань хвороби системи кровообігу (ХСК) залишаються провідною глобальною проблемою громадського здоров'я, вражаючи третину дорослого населення світу, що робить їх зростаючою епідемією ХХІ століття.

Мета дослідження. визначити стан та динаміку госпітальної захворюваності та летальності дорослого населення Дніпропетровської області та м. Дніпро від хвороб системи кровообігу за період 2018-2025 рр.

Матеріали та методи. Ретроспективний аналіз стану здоров'я проведено за показниками захворюваності госпіталізованих хворих та госпітальної летальності серед дорослого населення Дніпропетровської області та м. Дніпро від ХСК.

Результати. Встановлено, що хвороби системи кровообігу посідають 1-е рангове місце у структурі загальної госпітальної захворюваності дорослого населення Дніпропетровської області, як у середньому за період 2018-2025 рр., так і в різні субперіоди та за щорічними показниками. У той же час у м. Дніпро рівень госпіталізації населення з ХСК з 2022 року займає 2-е рангове місце, поступаючись травмам, отруєнням та деяким іншим наслідкам дії зовнішніх причин. В динаміці 8-річного періоду дослідження відзначалось незначне зниження рівня госпіталізації дорослого населення з ХСК у Дніпропетровській області та м. Дніпро. При цьому аналіз показника за середніми значеннями до- та після повномасштабного вторгнення виявив підвищення на 8% рівня госпіталізації по області при практично стабільних екстенсивних показниках. При цьому летальність від ХСК у стаціонарах Дніпропетровської області та м. Дніпро за середнім значенням 2018-2025 рр. виявилась у 2,4 рази вищою порівняно із загальним рівнем та характеризувалась тенденцією до зростання.

Висновки. Отримані результати свідчать про актуальність проблеми захворюваності госпіталізованих хворих серед дорослого населення Дніпропетровської області та м. Дніпро на хвороби системи кровообігу, особливо в умовах впливу воєнних дій, а також важливість забезпечення об'єктивного моніторингу цієї групи захворювань.

Ключові слова: хвороби системи кровообігу, захворюваність госпіталізованих хворих, летальність, Дніпропетровська область, регіональні особливості, епідеміологічний аналіз.

© Онул Н. М., Гармаш Н. Л., Порошинська І. В.,
Останін А. А., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Onul Nataliia Mykhailivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Hygiene, Ecology and Occupational Safety of the Dnipro State Medical University; ORCID ID: 0000-0002-4968-3469, Dnipro, Ukraine

Harmash Nataliia Luarsabivna, Director of the Municipal Non-Profit Society “Dnipropetrovsk Regional Information and Analytical Center of Medical Statistics” of the Dnipropetrovsk Regional Council”; ORCID ID: 0009-0007-4084-3976, Dnipro, Ukraine

Poroshynska Inna Viktorivna, Postgraduate Student at the Department of Hygiene, Ecology and Occupational Safety of the Dnipro State Medical University; ORCID ID: 0009-0008-9168-5995, Dnipro, Ukraine

Ostanin Andrii Anatoliiovych, Deputy Director of the Municipal Non-Profit Society “Dnipropetrovsk Regional Information and Analytical Center of Medical Statistics” of the Dnipropetrovsk Regional Council”; ORCID ID: 0009-0001-9691-1049, Dnipro, Ukraine

CURRENT STATUS AND DYNAMICS OF MORBIDITY OF HOSPITALIZED PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASES FOR THE PERIOD 2018–2025

Introduction. Among all noncommunicable diseases, cardiovascular diseases (CVDs) remain a leading global public health problem, affecting one third of the world’s adult population, making them a growing epidemic of the 21st century.

Purpose of the study is to determine the status and dynamics of hospital morbidity and mortality of the adult population of the Dnipropetrovsk region and Dnipro city from CVDs for the period 2018–2025.

Materials and methods. A retrospective analysis of health status was conducted based on the incidence of hospitalized patients and hospital mortality among the adult population of Dnipropetrovsk region and Dnipro city from CVDs.

Results. It was established that CVDs occupy the 1st rank in the structure of general hospital morbidity of the adult population of Dnipropetrovsk region, both on average for the period 2018–2025, and in different subperiods and by annual indicators. At the same time, in the city of Dnipro, the level of hospitalization of the population with CVDs since 2022 occupies the 2nd rank, inferior to injuries, poisoning and some other consequences of external causes.

Mortality from CVDs in hospitals of the Dnipropetrovsk region and Dnipro city by the average value of 2018–2025 was 2.4 times higher compared to the general level and characterized by a tendency to increase.

Conclusions. The obtained results indicate the relevance of the problem of morbidity of hospitalized patients among the adult population of the Dnipropetrovsk region and the city of Dnipro for CVDs, especially in conditions of military operations, as well as the importance of ensuring objective monitoring of this group of diseases.

Key words: cardiovascular diseases, morbidity of hospitalized patients, mortality, Dnipropetrovsk region, regional characteristics, epidemiological analysis.

Вступ. Здоров’я населення є фундаментальним показником соціального та економічного розвитку країни, невід’ємною складовою рівня та якості життя людей [1]. Для підвищення рівня здоров’я населення світу держави-члени Організації Об’єднаних Націй у 2015 році прийняли Цілі сталого розвитку. Ключовою метою, визначеною в Цілях сталого розвитку, є скорочення до 2030 року на третину передчасної смертності, пов’язаної з неінфекційними захворюваннями, шляхом покращення їх профілактики та лікування [2, 3].

Серед усіх неінфекційних захворювань хвороби системи кровообігу (ХСК) залишаються провідною глобальною проблемою громадського здоров’я, вражаючи третину дорослого населення світу, що робить їх зростаючою епідемією ХХІ століття [4, 5, 6].

При цьому, ХСК є провідною причиною смерті у світі. Встановлено, що у 2022 році від ХСК померло 19,8 мільйонів людей, що становить приблизно 32% усіх смертей у світі. З 18 мільйонів передчасних смертей (у віці до 70 років) внаслідок неінфекційних захворювань у 2021 році щонайменше 38% були спричинені хворобами системи кровообігу [7].

Тягар ХСК особливо високий у країнах з низьким та середнім рівнем доходу – приблизно 80% смертей у світі від ХСК. Як зазначено у роботі [7], така ситуація може бути зумовлена відсутністю належного доступу до програм первинної медико-санітарної допомоги для раннього виявлення та лікування людей з факторами ризику.

Для України ХСК становлять вагомий медико-соціально та соціально-економічну проблему, масштаб

якої є колосальним – ХСК обумовлюють 66,2% серед усіх випадків смерті. У 2020 р. від даної причини померло 408163 українців, а впродовж 2010-2020 р. Україна втратила через ХСК майже 4,6 мільйонів своїх мешканців [6]. При цьому слід зазначити, що входження України у міжнародне медичне поле на тлі реформування системи охорони здоров’я диктує необхідність кардинальної зміни підходу до управління здоров’ям, вимагає комплексних та багаторівневих стратегій профілактики та лікування ХСК [1, 2, 4].

Мета – визначити стан та динаміку госпітальної захворюваності та смертності дорослого населення промислового регіону та м. Дніпро від хвороб системи кровообігу за період 2018-2025 рр.

Методологія та методи дослідження. Ретроспективний аналіз стану здоров’я населення Дніпропетровської області у цілому та м. Дніпро проведено за показниками захворюваності госпіталізованих хворих (госпітальної захворюваності) та смертності (летальності у стаціонарах) серед дорослого населення від хвороб системи кровообігу. І хоча захворюваність пацієнтів істотно виходить за рамки госпіталізації, ці дані часто використовуються як об’єктивний показник захворюваності. Особливо актуальним є вивчення цього питання в умовах відсутності системи державного статистичного обліку та узагальнення матеріалів про первинну захворюваність і поширеність ХСК [6].

Аналіз госпітальної захворюваності та смертності внаслідок ХСК здійснений із використанням абсолютних, інтенсивних (рівнів на 100000 населення) та екстенсивних (структура причин госпіталізації,

смертності) величин за загальноприйнятими методиками [8]. Розрахунок інтенсивних показників після повномасштабного вторгнення утруднений через призупинення Державною службою статистики публікації даних щодо демографічної ситуації в Україні. У зв'язку з вищезазначеним, розрахунок здійснювався на основі останніх доступних статистичних даних, станом на 01.01.2022 р. відповідно до [5, 9]. Отримані результати, як зазначають автори [9], дають можливість орієнтовної оцінки існуючих тенденцій та потребують подальшого уточнення і корегування після повного відновлення державної статистичної звітності в Україні, оскільки розраховані інтенсивні показники за цей період є заниженими через зменшення фактичної чисельності постійного населення області.

Оперативною вхідною інформацією слугували статистичні дані з форм звітності № 20 «Звіт юридичної особи незалежно від її організаційно-правової форми та фізичної особи – підприємця, які провадять господарську діяльність із медичної практики, за 20__ рік» та форм № 066/о

«Карта пацієнта, який вибув із стаціонару». Динамічний аналіз охопив період 2018–2025 рр. у цілому та три окремих субперіоди: 2018–2019 рр., 2020–2021 рр., що характеризують період до Covid-19, Covid-19, разом – період до початку військових дій, та період 2022–2025 рр. – після початку повномасштабного вторгнення російських військ в Україну. Статистична обробка даних проводилася із застосуванням Microsoft Excel та R version 4.3.1 (<https://www.r-project.org/>).

Виклад основного матеріалу. Нашими дослідженнями встановлено, що за середніми даними 8-річного періоду дослідження кількість госпіталізованих хворих становила 546 259 осіб або 21 359,6 (95 % ДІ 19 593,1-23 126,1) випадків на 100 000 населення у Дніпропетровській області в цілому та 137 301 осіб або 17 152,10 (95 % ДІ 15 886,3-18 417,9) випадків на 100 000 населення у м. Дніпро. При цьому аналіз щорічних показників та за окремими субперіодами виявив зниження рівня госпіталізації у період пандемії Covid-19 на 22,7% та 20,0% відповідно порівняно з періодом

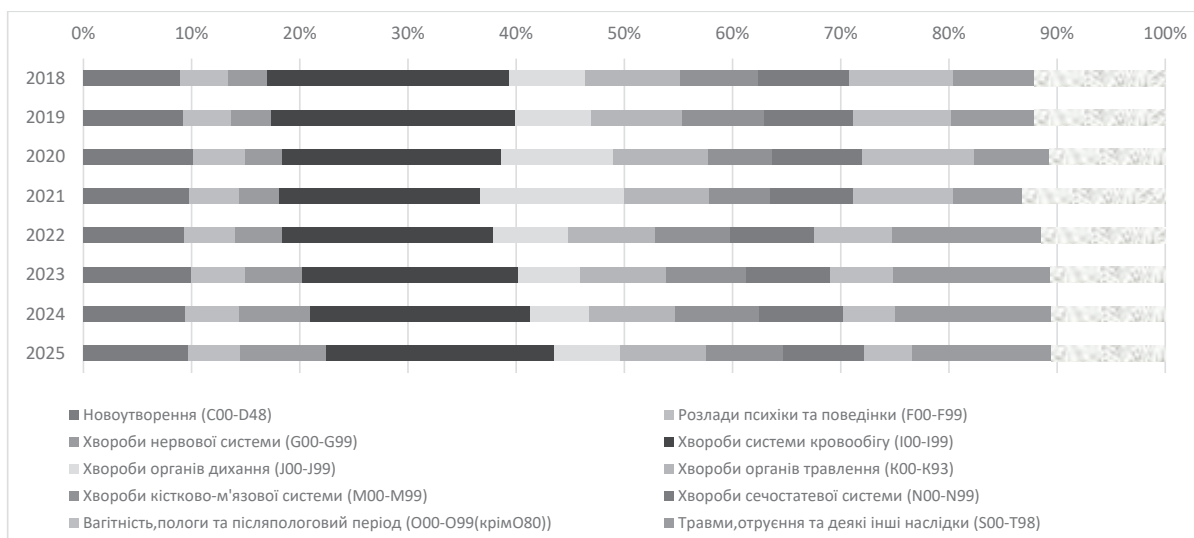


Рис. 1. Структура госпіталізації у Дніпропетровській області за період 2018–2025 рр.

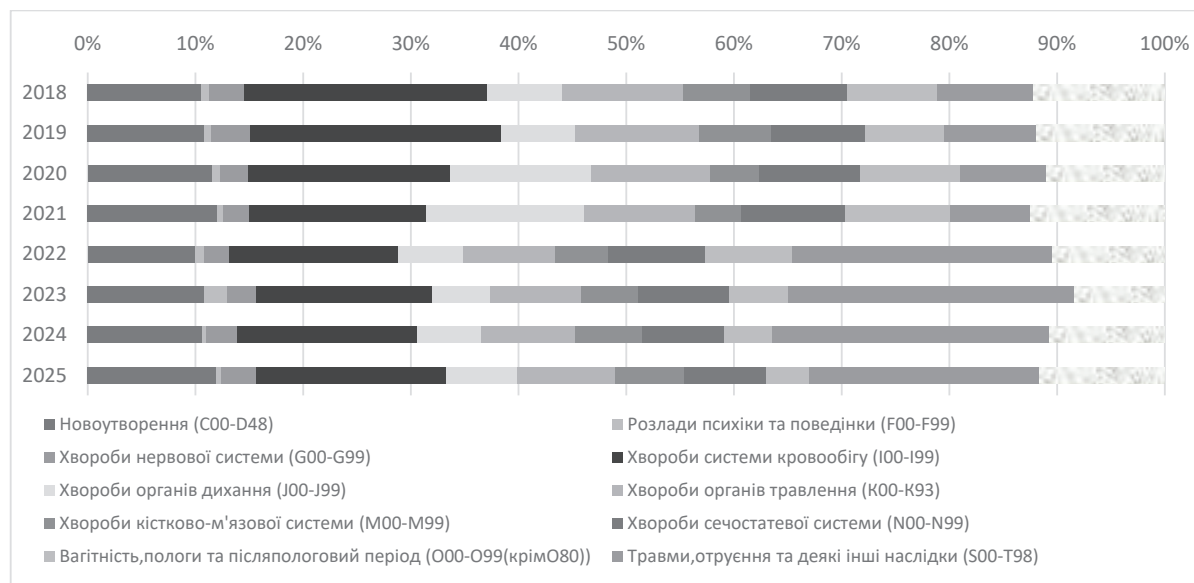


Рис. 2. Структура госпіталізації у м. Дніпро за період 2018–2025 рр.

2018–2019 рр. Така ситуація кореспондується з динамічною частотою госпіталізації у до- та постковідний період в інших країнах при більш високих їх показниках в нашій державі [10]. У 2022 році рівень госпіталізації дещо вищий, проте не сягає доковідного періоду і зростає з 2023 року. Така ситуація може бути зумовлена поверненням частини населення, відновленням роботи закладів охорони здоров'я та активізацією звернень за медичною допомогою, як зазначено у роботі [5].

ХСК є головною причиною госпіталізації дорослого населення Дніпропетровської області – кількість госпіталізованих хворих через ХСК, у середньому за досліджуваний період, становила 112 699 осіб у Дніпропетровській області або 4 403,9 (95% ДІ 3933,7–4874,1) випадків на 100 000 населення та 25 343 осіб або 3160,0 (95 % ДІ 2602,33–3717,7) випадків на 100 000 населення у м. Дніпро, що складає 20,6% та 18,5% від усіх випадків госпіталізації за період 2018–2025 рр. (рис. 1, 2). Така ж ситуація спостерігається і в різні субперіоди та за щорічними показниками – ХСК займають 1-е рангове місце у структурі госпіталізації дорослого населення Дніпропетровської області (18,6–22,5%). У той же час аналіз показника по м. Дніпро виявив дещо іншу ситуацію. Попри те, що за середнім значенням 8-річного періоду дослідження ХСК займають 1-е рангове місце у структурі госпіталізації (16,4–23,3%), з 2022 року вони посідають 2-е місце (15,6–17,7%), поступаючись групі «Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин» (S00-T98) – 21,4–26,6%, що зумовлено, серед інших причин, впливом військових дій.

У динаміці 8-річного періоду дослідження відзначалось зниження рівня госпіталізації дорослого населення з ХСК: темп приросту ($T_{\text{пр}}$) = -2,1% для Дніпропетровської області та -14,2% – для м. Дніпро за абсолютного значення 1% приросту 50,6 та 39,1 випадки на 100 000 населення, що зумовлено певним чином як змінами структури госпіталізації населення внаслідок воєнних дій, так і орієнтовними даними щодо чисельності населення з 2022 року. При цьому аналіз показника за середніми значеннями до- та після повномасштабного вторгнення виявив підвищення на 8% рівня госпіталізації по області при практично стабільних показниках структури госпіталізації (відповідно 20,9% та 20,2%). У той же час у м. Дніпро відзначається зниження на 3% як інтенсивних, так і екстенсивних показників госпітальної захворюваності після 2022 року.

За період 2018–2025 рр. показник госпітальної летальності у Дніпропетровській області та м. Дніпро становив 2,7% (95% ДІ 2,21–3,19) та 2,9% (95% ДІ 2,34–3,54) відповідно з тенденцією до зростання – $T_{\text{пр}}$ склав 28,6% для області у цілому та 39,9% – для м. Дніпро. Середній темп збільшення показника склав 3,6 та 5,0% на рік. Аналіз за субперіодами виявив зростання рівня летальності у 1,9 та 2,0 рази в період

пандемії Covid-19, у 1,3 та 1,2 рази – в період після повномасштабного вторгнення порівняно з періодом 2018–2019 рр., однак порівняння рівня госпітальної летальності у період 2018–2021 та 2022–2025 рр. виявило зниження показника на 11,2%, на що значною мірою вплинув період пандемії Covid-19.

При цьому госпітальна летальність від ХСК за середнім значенням 8-річного періоду дослідження становила 6,5 та 7,2%, що у 2,4 рази вище порівняно із загальними показниками, поступаючись лише рівню летальності від інфекційних та паразитарних хвороб та від коронавірусної інфекції, починаючи з введення звітності за цією групою хвороб у 2021 році. Впродовж 2018–2025 рр. відзначається зростання показника – $T_{\text{пр}}$ = 38,8% та 68,2% за середнього значення $T_{\text{пр}}$ 4,9% та 8,5% відповідно. Аналіз за субперіодами виявив зростання рівня смертності у 1,6 та 1,8 разів у період пандемії Covid-19, у 1,4 та 1,6 рази – в період після повномасштабного вторгнення порівняно з періодом 2018–2019 рр. При цьому після 2022 року, на відміну від загального рівня госпітальної летальності, летальність від ХСК, навпаки, зросла на 6% та 14,5% відповідно.

Таким чином, отримані результати свідчать про актуальність проблеми захворюваності та смертності, у тому числі госпітальної, дорослого населення Дніпропетровської області та м. Дніпро на хвороби системи кровообігу, особливо в умовах впливу воєнних дій, та важливість забезпечення об'єктивного моніторингу цієї групи захворювань в Україні у цілому та їх регіональних особливостей, адже забезпечення контролю над ХСК є неможливим без створення сучасної системи моніторингу та оцінки епідеміологічної ситуації.

Висновки

1. Хвороби системи кровообігу посідають 1-е рангове місце у структурі госпітальної захворюваності дорослого населення Дніпропетровської області, як у середньому за період 2018–2025 рр., так і в різні субперіоди та за щорічними показниками, зумовлюючи 18,6–22,5% усіх випадків госпіталізації. У той же час у м. Дніпро рівень госпіталізації населення з ХСК з 2022 року займає 2-е рангове місце, поступаючись травмам, отруєнням та деяким іншим наслідкам дії зовнішніх причин.

2. У динаміці 8-річного періоду дослідження відзначалось незначне зниження рівня госпіталізації дорослого населення з ХСК у Дніпропетровській області та м. Дніпро. Однак аналіз показника за середніми значеннями до- та після повномасштабного вторгнення виявив підвищення на 8% рівня госпіталізації по області при практично стабільних екстенсивних показниках.

3. Госпітальна летальність від ХСК у Дніпропетровській області та м. Дніпро за середнім значенням 8-річного періоду досліджень виявилась у 2,4 рази вищою порівняно із загальним показником госпітальної летальності з тенденцією до зростання у 1,4–1,8 разів.

REFERENCES

1. Maniou I, Manola M, Maniou F et al. Health as a factor in economic and social development: Indicators, inequalities and social impacts. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*. 2025;17(01):444-453. <https://doi.org/10.30574/wjaets.2025.17.1.1444>
2. Joseph P, Lanas F, Roth G et al. Cardiovascular disease in the Americas: the epidemiology of cardiovascular disease and its risk factors *The Lancet Regional Health – Americas*. 2025;42:100960. DOI: 10.1016/j.lana.2024.100960

-
3. United Nations Department of Economic and Social Affairs Goals. 3 Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages. 2023. [Internet]. [cited 2026 Mar 25]. Available from: <https://sdgs.un.org/goals/goal3>
 4. Campbell NR, Ordunez P, Giraldo G, et al. WHO HEARTS, a global program to reduce cardiovascular disease burden: Experience implementing in the America's and opportunities in Canada. *Can J Cardiol.* 2021;37(5):744-55. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.12.004>
 5. Annual report on the health status of the population of Ukraine and the epidemic situation for 2023 [Shchorichnyi zvit pro stan zdorovia naseleння Ukrainy ta epidemichnu situatsiiu za 2023 rik]. Public Health Center [Tsentр hromadskoho zdorovia]. K, 2024:78 p. [Internet]. [cited 2026 Apr 02].
 6. Kovtun GI, Orlova NM. Mortality from cardiovascular diseases in Ukraine: medical and statistical analysis of its dynamics and regional characteristics in 2010-2020. *Rep Vinnytsia Natl Med Univ.* 2023;27(1):110-8. [https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27\(1\)-21](https://doi.org/10.31393/reports-vnmedical-2023-27(1)-21)
 7. WHO. Cardiovascular diseases (CVDs). 2025. [Internet]. [cited 2026 Apr 02]. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)).
 8. Hruzieva TS, Lekhan VM, Ohniev VA, et al. Biostatistics: a textbook for students [Biostatystyka: pidruchnyk dlia studentiv]; edited by TS Hruzieva. Vinnytsia: Nova Knyha, 2020. 384 p.
 9. Varyvonchuk DV., Khaniukova Ila., Hondulenko NO. Analysis of the dynamics of primary disability in Ukraine and the implementation of rehabilitation measures for persons with disabilities (2020-2024) [Analiz dynamiky pervynnoi invalidnosti v Ukraini ta realizatsii zakhodiv reabilitatsii osib z invalidnistiu (2020-2024 roky)]. *Medical Perspectives [Medychni perspektyvy]*. 2025;30(4):97-115. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2025.4.348953>.
 10. Bodilsen J, Nielsen PB, Sogaard M, et al. Hospital admission and mortality rates for non-covid diseases in Denmark during covid-19 pandemic: nationwide population based cohort study. *BMJ.* 2021; 373: n1135. doi:10.1136/bmj.n1135.

Дата першого надходження статті до видання: 16.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

Слабкий Геннадій Олексійович,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри громадського здоров'я,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0003-2308-7869
м. Ужгород, Україна

Ілько Андрій Васильович,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри терапії та сімейної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0003-0897-593X
м. Ужгород, Україна

Маркович Володимир Петрович,
кандидат медичних наук,
доцент кафедри громадського здоров'я,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
ORCID ID: 0000-0001-6659-9923
м. Ужгород, Україна

ЗАХВОРЮВАНІСТЬ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ НА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ В УМОВАХ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ ВИКЛИКАНИХ ВІЙНОЮ ПРОТИ РОСІЙСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ

Вступ. Війна проти російської повномасштабної військової агресії негативно вплинула на стан громадського здоров'я в Україні.

Мета дослідження полягає у встановленні впливу війни проти російської повномасштабної військової агресії на показники захворюваності цивільного населення України на інфекційні хвороби.

Матеріали та методи. Матеріали: узагальнені звіти за формою №1 центру громадського здоров'я МОЗ України за період 2020-2021 рр (передвоєнний період) та 2022-2025 рр (період війни проти російської військової агресії). Методи: бібліосемантичний, медико-статистичний, структурно-логічного аналізу.

Результати. В ході проведеного дослідження встановлено, що війна України проти російської військової агресії негативно вплинула на захворюваність цивільного населення країни на інфекційні хвороби. До таких інфекційних хвороб належать: вірусні та геморагічні гарячки – збільшення в 44,5 разів; геморагічна гарячка з нирковим синдромом – 436 разів; лістеріоз – 12 разів; лептоспіроз – 1,86 разу; хвороба Лайма – 2,46 разу; кір – 5,69 разів; вірусний гепатит – 1,64 разу; хронічний вірусний гепатит – 2,05 разу; гемофільна інфекція – 3,2 разу; грип – 1,54 разу; сифіліс на 627 випадків; інфекційний мононуклеоз на 336 випадків. На отримання реальних показників захворюваності населення України на інфекційні хвороби негативно впливає зниження рівня звертальності населення по медичну допомогу, особливо на території активних бойових дій. Причиною цього є руйнування інфраструктури системи охорони здоров'я, відсутність транспортного сполучення, високий рівень самолікування та високий рівень вимушеного переселення і міграції населення.

Висновки. Війна проти російської повномасштабної військової агресії негативно вплинула на захворюваність цивільного населення України на певні інфекційні хвороби. Для детального вивчення даного питання заплановано проведення дослідження в розрізі регіонів України.

Ключові слова: інфекційні захворювання, показники, населення України, війна проти російської військової агресії, вплив.



Slabkiy Gennadiy Oleksiyovych, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Public Health, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0003-2308-7869, Uzhhorod, Ukraine

Ilko Andriy Vasyliovych, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Therapy and Family Medicine, State Higher Educational Institution "Uzhgorod National University", ORCID ID: 0000-0003-0897-593X, Uzhhorod, Ukraine

Markovych Volodymyr Petrovych, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at the Department of Public Health, Uzhhorod National University; ORCID ID: 0000-0001-6659-9923, Uzhhorod, Ukraine

INCIDENCE OF INFECTIOUS DISEASES AMONG THE CIVILIAN POPULATION OF UKRAINE IN EXTREME SITUATIONS CAUSED BY THE WAR AGAINST RUSSIAN MILITARY AGGRESSION

Introduction. The war against Russian full-scale military aggression has negatively affected the state of public health in Ukraine.

Objective: to define the impact of the war against Russian full-scale military aggression on the incidence of infectious diseases among the civilian population of Ukraine.

Materials and methods. *Materials:* generalized reports in form No. 1 of the Public Health Centre of the Ministry of Health of Ukraine for the period 2020–2021 (pre-war period) and 2022–2025 (the period of war against Russian military aggression). *Methods:* bibliosemantic, medico-statistical, of structural-and-logical analysis.

Results. In the course of the study, it was found that Ukraine's war against Russian military aggression negatively affected the incidence of infectious diseases among the civilian population of the country. Such infectious diseases include: viral and haemorrhagic fevers with an increase by 44.5 times; haemorrhagic fever with renal syndrome – 436 times; listeriosis – 12 times; leptospirosis – 1.86 times; Lyme disease – 2.46 times; measles – 5.69 times; viral hepatitis – 1.64 times; chronic viral hepatitis – 2.05 times; haemophilus infection – 3.2 times; influenza – 1.54 times; syphilis by 627 cases; infectious mononucleosis by 336 cases. Obtaining real indicators of the incidence of infectious diseases among the population of Ukraine is negatively affected by a decrease in the level of the population's appeal for medical care.

Conclusions. The war against Russian full-scale military aggression has negatively affected the incidence of certain infectious diseases among the civilian population of Ukraine. For a detailed study of this issue, it is planned to conduct a study in the context of the regions of Ukraine.

Key words: infectious diseases, indicators, population of Ukraine, war against Russian military aggression, impact.

Вступ. Війна України проти російської повномасштабної воєнної російської агресії визначається гуманітарною катастрофою глобального характеру і становиться найбільш кровопролитною війною сучасності [1]. Війна призводить до зниження економічного рівня населення, знищення критичної інфраструктури та значної кількості загиблого населення [2–4]. При цьому відбувається руйнування інфраструктури системи охорони здоров'я та реєструється загибель медичних працівників [5]. Війна негативно впливає на здоров'я громадян [6–8]. Дане і визначило актуальність представленої в статті дослідження.

Мета дослідження полягає у встановленні впливу війни проти російської повномасштабної військової агресії на показники захворюваності цивільного населення України на інфекційні хвороби.

Матеріали та методи. *Матеріали:* узагальнені звіти за формою №1 центру громадського здоров'я МОЗ України за період 2020–2021 рр (передвоєнний період) та 2022–2025 рр (період війни проти російської військової агресії). *Методи:* бібліосемантичний, медико-статистичний, структурно-логічного аналізу.

Результати.

Захворюваність цивільного населення на інфекційні хвороби вивчалася відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України від 30 липня 2020 року за № 1726 яким затверджено перелік інфекційних хвороб, що підлягають реєстрації в Україні. Даний наказ зареєстровано в Міністерстві юстиції України 30 грудня 2020 р. за № 1333/35616. При цьому в представлених в статті таблицях не внесено захворювання, які за час, що охоплено дослідженням в Україні не були зареєстровані.

Далі в табл. 1 наведено динаміку абсолютного числа зареєстрованих інфекційних хвороб серед цивільного населення України за час проведення дослідження.

Аналіз наведених в таблиці зареєстрованих випадків захворюваності населення України на інфекційні хвороби проводився шляхом зрівняння статистичних даних за 2020 (довоєнний період) та 2025 (четвертий рік війни) роки.

В ході проведеного дослідження встановлено достовірне збільшення кількості зареєстрованих захворювань населення України на наступні інфекційні хвороби: вірусні та геморагічні гарячки – 44,5 разів; геморагічна гарячка з нирковим синдромом – 436 разів; лістеріоз – 12 разів; лептоспіроз – 1,86 разу; хвороба Лайма – 2,46 разу; кір – 5,69 разів; вірусний гепатит – 1,64 разу; хронічний вір. гепатит – 2,05 разу; гемофільна інфекція – 3,2 разу; грип – 1,54 разу; сифіліс на 627 випадків; інфекційний мононуклеоз на 336 випадків; інші сальмонельозні інфекції на 84 випадків.

При цьому встановлено зменшення кількості зареєстрованих захворювань населення України на наступні інфекційні хвороби: шигельоз – 2,7 разу; інші протозойні кишкові хвороби – 1,52 разу; правець – 2 рази; епідемічний паротит – 3,47 разу; педикульоз і фтиріоз – 2,89 разу; носії збудників шигельозу – 3,8 разу, краснуха – 6 разів.

Кількість захворювань на наступні інфекційні хвороби в динаміці років, які охоплені проведенням аналізу, залишилася на одному рівні: носії збудників шигельозу, дифтерія, бруцельоз, паразитозії малярії. Але при цьому при відсутності зареєстрованих випадків хвороби на гострий поліомієліт за чотири

Захворюваність населення України на інфекційні хвороби: 2020–2025 рр (абсолютні числа)

| Найменування захворювань | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | Динаміка: рази., вип. (+/-) |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Черевний тиф | 1 | 1 | 3 | – | – | 1 | – |
| Інші сальмонельозні інфекції | 3758 | 3350 | 3195 | 4412 | 4406 | 3842 | + 84 вип |
| Шигельоз | 291 | 222 | 223 | 192 | 169 | 107 | 2,7 раз |
| в т.ч. бактеріологічно підтверджений | 256 | 189 | 205 | 170 | 163 | 99 | – 2,6 раз |
| ГЕКи, ХТІ встановленої етіології | 16 048 | 17 119 | 18 484 | 21 701 | 24 169 | 20 707 | + 1,3 раз |
| в т.ч. кампілобактеріоз | 154 | 189 | 109 | 116 | 115 | 129 | – 25 вип |
| ерсинія ентероколітика | 44 | 47 | 48 | 108 | 87 | 46 | + 2 вип |
| ротавірусний ентерит | 2663 | 4158 | 5581 | 3000 | 3463 | 3054 | + 1,15 разу |
| ГЕКи, ХТІ невстановленої етіології | 19 647 | 23 822 | 23 031 | 28 703 | 32 001 | 25 867 | + 1,32 разу |
| Інші протозойні кишкові хвороби | 5034 | 4617 | 3868 | 4977 | 3593 | 3305 | – 1,52 разу |
| в т.ч. лямбліоз | 4496 | 4105 | 3480 | 4494 | 3252 | 3261 | – 1,38 разу |
| криптоспоридіоз | 24 | 11 | 10 | 18 | 34 | 20 | 4 вип |
| Туляремія | 3 | 1 | 2 | 1 | – | – | – 3 вип |
| Сибірська виразка | 1 | – | – | – | – | – | – 1 вип |
| Бруцельоз | – | 2 | 1 | 2 | 1 | – | – |
| Лептоспіроз | 120 | 122 | 141 | 433 | 409 | 223 | + 1,86 разу |
| Лістеріоз | 1 | 5 | 2 | 12 | 12 | 12 | + 12 раз |
| Правець | 12 | 7 | 12 | 6 | 12 | 10 | – 2 рази |
| Дифтерія | – | – | 2 | 1 | 1 | – | – |
| Кашлюк | 1041 | 91 | 32 | 707 | 7545 | 1123 | + 82 вип |
| у т. ч. паракашлюк | 3 | – | – | 4 | 14 | 4 | + 1 вип |
| Менінгококова інфекція | 137 | 91 | 98 | 154 | 167 | 128 | – 9 вип |
| Хвороба легіонерів | – | – | – | – | 2 | 1 | + 1 вип |
| Сифіліс | 1291 | 1278 | 1263 | 1738 | 2101 | 1918 | + 627 вип |
| Гонококова інфекція | 1622 | 1246 | 788 | 890 | 627 | 422 | – 3,84 разу |
| Хвороба Лайма | 2745 | 2441 | 3875 | 4911 | 5431 | 6748 | + 2,46 разу |
| Рикетсіози | – | – | – | – | – | 2 | + 2 вип |
| гарячка КУ | – | – | – | 4412 | – | 1 | + 1 вип |
| Гострий поліомієліт | – | 1 | – | 192 | – | – | – |
| Сказ | 1 | – | 2 | 1 | 2 | 2 | + 1 вип |
| Клішовий вірусний енцефаліт | 2 | – | 1 | 1 | 4 | 6 | + 4 вип |
| Вірусний менінгіт | 53 | 17 | 40 | 101 | 84 | 52 | – 1 вип |
| Вірусні та геморагічні гарячки | 10 | 12 | 12 | 18 | 103 | 445 | + 44,5 разу |
| в т.ч. гарячка Західного Нілу | 4 | 6 | 11 | 14 | 99 | 3 | – – 1 вип |
| гемораг.гарячка з нирковим синдромом | 1 | 6 | 1 | 3 | 3 | 436 | + 436 разу |
| Кір | 264 | 16 | 11 | 65 | 433 | 1502 | + 5,69 разу |
| Краснуха | 36 | 20 | 8 | 11 | 12 | 6 | – 6 разів |
| Вірусний гепатит | 6603 | 5396 | 5775 | 9946 | 12042 | 10840 | + 1,64 разу |
| в т.ч.гострий гепатит А | 1190 | 405 | 281 | 1050 | 1536 | 1079 | – 111 вип |
| гострий гепатит В | 731 | 508 | 520 | 759 | 710 | 494 | – 1,48 разу |
| гострий гепатит С | 287 | 252 | 304 | 439 | 430 | 393 | + 1,37 разу |
| хронічний вір. гепатит | 4306 | 4183 | 4600 | 7595 | 9310 | 8823 | + 2,05 разу |
| в т.ч. хронічний гепатит В | 773 | 626 | 896 | 1391 | 1654 | 1525 | + 1,97 разу |
| хронічний гепатит С | 3492 | 3542 | 3668 | 6144 | 7601 | 7276 | + 2,08 разу |
| Епідемічний паротит | 163 | 175 | 190 | 529 | 142 | 47 | – 3,47 разу |
| Інфекційний моноклеоз | 2431 | 1325 | 1138 | 2447 | 2597 | 2095 | – 336 вип |
| Малярія | 19 | 38 | 10 | 10 | 4 | 11 | – 8 вип |
| Педикульоз і фтиріоз | 5843 | 4182 | 2390 | 2940 | 2484 | 2019 | – 2,89 разу |
| Короста | 3690 | 3511 | 2617 | 3209 | 3501 | 3482 | – 208 вип |
| Гемофільна інфекція | 10 | 9 | 2 | 8 | 42 | 32 | +3,2 разу |
| ГІВДШ | 5 745 553 | 8 318 186 | 5 210 951 | 5 226 979 | 5607007 | 5 926 922 | +1,03 разу |
| Грип | 24389 | 275 | 7752 | 13286 | 17736 | 37538 | +1,54 разу |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|----|----|----|---|----|----|-------------|
| Носії збудників шигельозу | 38 | 16 | 3 | 7 | 17 | 10 | – 3,8 разу |
| Носії збудників нетоксигенних штамів дифтерії | 7 | 10 | 12 | – | – | 4 | – 1,75 разу |
| Паразитоносії малярії | – | 1 | – | – | – | – | – |

роки проведення аналізу кількість захворілих на вказану інфекційну хворобу в 2023 році становила 192 випадків.

Далі в табл.2 наведено динаміку показника в розрахунку на 100 тис. населення захворюваності населення України на інфекційні хвороби за період 2020–2025 років.

Показник захворюваності населення на інфекційні хвороби в розрахунку на 100 тис. населення країни розраховується на базі статистичних даних про кількість зареєстрованих випадків захворювань та кількості постійного населення. В таблиці наведено дані розрахунків, які проведено Центром медичної статистики МОЗ України.

Детальний аналіз вказаного показника нами не проводився враховуючи наступні чинники: відсутність достовірних даних про кількість населення України під час війни так як війна стала причиною значної вимушеної міграції населення в інші країни та значної мобілізації населення для захисту країни. Крім того вважаємо, що показники зареєстрованої захворюваності є заниженими враховуючи: зниження рівня звертальності населення за медичною допомогою, особливо на території активних бойових дій, враховуючи руйнування інфраструктури системи охорони здоров'я, відсутність транспортного сполучення, високий рівень самолікування. Подібна ситуація є харак-

терною і значної частки вимушених переселенців для яких на першому плані стоять економічні та безпекові питання сім'ї та рідних

Висновки. Війна проти російської повномасштабної військової агресії негативно вплинула на захворюваність цивільного населення України на певні інфекційні хвороби. До таких інфекційних хвороб відносяться: вірусні та геморагічні гарячки збільшення в 44,5 разів; геморагічна гарячка з нирковим синдромом – 436 разів; лістеріоз – 12 разів; лептоспіроз – 1,86 разу; хвороба Лайма – 2,46 разу; кір – 5,69 разів; вірусний гепатит – 1,64 разу; хронічний вір. гепатит – 2,05 разу; гемофільна інфекція – 3,2 разу; грип – 1,54 разу; сифіліс на 627 випадків; інфекційний мононуклеоз на 336 випадків; інші сальмонельозні інфекції на 84 випадків. На отримання реальних показників захворюваності населення України на інфекційні хвороби негативно впливає зниження рівня звертальності населення за медичною допомогою, особливо на території активних бойових дій, враховуючи руйнування інфраструктури системи охорони здоров'я, відсутність транспортного сполучення, високий рівень самолікування та високий рівень вимушеного переселення і міграції населення із територій, які страждають в результаті воєнних дій. Для детального вивчення даного питання заплановано проведення дослідження в розрізі регіонів України.

Таблиця 2

**Захворюваність населення України на інфекційні хвороби: 2020–2025 рр
(в розрахунку на 100 тис. населення)**

| Найменування захворювань | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Черевний тиф | – | – | 0,007 | – | – | 0,002 |
| Інші сальмонельозні інфекції | 8,95 | 8,03 | 7,71 | 10,76 | 10,75 | 9,37 |
| Шигельоз | 0,69 | 0,53 | 0,54 | 0,47 | 0,41 | 0,26 |
| в т.ч. бактеріологічно підтверджений | 0,61 | 0,45 | 0,49 | 0,41 | 0,40 | 0,24 |
| ГЕКи, ХТІ встановленої етіології | 38,2 | 41,0 | 44,6 | 52,9 | 58,95 | 50,51 |
| в т.ч. кампілобактеріоз | 0,37 | 0,45 | 0,26 | 0,28 | 0,28 | 0,31 |
| єрсинія ентероколітіка | 0,10 | 0,11 | 0,12 | 0,26 | 0,21 | 0,11 |
| ротавірусний ентерит | 6,34 | 9,96 | 13,4 | 7,32 | 8,45 | 7,45 |
| ГЕКи, ХТІ невстановленої етіології | 46,80 | 57,08 | 55,6 | 70,01 | 78,06 | 63,09 |
| Інші протозойні кишкові хвороби | 11,99 | 11,06 | 9,34 | 12,14 | 8,76 | 8,06 |
| в т.ч. лямбліоз | 10,71 | 9,84 | 8,4 | 10,96 | 7,93 | 7,95 |
| криптоспоридіоз | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,08 | 0,05 |
| Туляремія | 0,007 | – | 0,005 | – | – | – |
| Бруцельоз | – | 0,005 | – | 0,005 | 0,002 | – |
| Лептоспіроз | 0,29 | 0,29 | 0,34 | 1,06 | 1,00 | 0,54 |
| Лістеріоз | – | 0,01 | 0,005 | 0,03 | 0,029 | 0,029 |
| Правець | 0,03 | 0,017 | 0,029 | 0,01 | 0,029 | 0,024 |
| Дифтерія | – | – | 0,005 | – | 0,002 | – |
| Кашлюк | 2,48 | 0,22 | 0,08 | 1,72 | 18,40 | 2,74 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| у т. ч. паракашлюк | 0,01 | – | – | 0,01 | 0,034 | 0,01 |
| Менінгококова інфекція | 0,33 | 0,22 | 0,24 | 0,38 | 0,41 | 0,31 |
| Хвороба легіонерів | – | – | – | – | 0,005 | 0,002 |
| Сифіліс | 3,08 | 3,06 | 3,05 | 4,24 | 5,12 | 4,68 |
| Гонококова інфекція | 3,86 | 2,99 | 1,9 | 2,2 | 1,53 | 1,03 |
| Хвороба Лайма | 6,54 | 5,85 | 9,36 | 11,98 | 13,25 | 16,46 |
| Рикетсіози | – | – | – | – | – | 0,005 |
| гарячка КУ | – | – | – | – | – | 0,002 |
| Сказ | – | – | 0,005 | – | 0,005 | 0,005 |
| Клішовий вірусний енцефаліт | 0,005 | – | – | – | 0,010 | 0,015 |
| Вірусний менінгіт | 0,13 | 0,41 | 0,1 | 0,26 | 0,20 | 0,13 |
| Вірусні та геморагічні гарячки | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,25 | 1,08 |
| в т.ч. гарячка Західного Нілу | 0,01 | 0,014 | 0,027 | 0,03 | 0,24 | 0,007 |
| гемораг. гарячка з нирковим синдромом | – | 0,014 | – | 0,007 | 0,007 | 1,06 |
| Кір | 0,63 | 0,04 | 0,027 | 0,16 | 1,05 | 3,66 |
| Краснуха | 0,09 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,029 | 0,015 |
| Вірусний гепатит | 15,73 | 12,93 | 13,94 | 24,26 | 29,37 | 26,44 |
| в т.ч. гострий гепатит А | 2,83 | 0,97 | 0,68 | 2,56 | 3,75 | 2,63 |
| гострий гепатит В | 1,74 | 1,22 | 1,26 | 1,85 | 1,73 | 1,20 |
| гострий гепатит С | 0,68 | 0,60 | 0,73 | 1,07 | 1,05 | 0,96 |
| хронічний вір. гепатит | 10,26 | 10,02 | 11,1 | 18,53 | 22,71 | 21,52 |
| в т.ч. хронічний гепатит В | 1,84 | 1,50 | 2,16 | 3,39 | 4,03 | 3,72 |
| хронічний гепатит С | 8,32 | 8,49 | 8,86 | 14,99 | 18,54 | 17,75 |
| Епідемічний паротит | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 1,29 | 0,35 | 0,11 |
| Інфекційний мононуклеоз | 5,79 | 3,17 | 2,75 | 5,97 | 6,33 | 5,11 |
| Малярія | 0,05 | 0,09 | 0,02 | 0,02 | 0,010 | 0,027 |
| Педикульоз і фтиріоз | 13,92 | 10,02 | 5,77 | 7,17 | 6,06 | 4,92 |
| Короста | 8,79 | 8,41 | 6,32 | 7,83 | 8,54 | 8,49 |
| Гемофільна інфекція | 0,024 | 0,022 | 0,005 | 0,02 | 0,10 | 0,078 |
| ГІВДШ | 13685,2 | 19932,0 | 12581,1 | 12749,4 | 13676,3 | 14456,7 |
| Грип | 58,09 | 0,66 | 18,7 | 32,41 | 43,26 | 91,56 |
| Носії збудників шигельозу | 0,09 | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,041 | 0,02 |
| Носії збудників нетоксигенних штамів дифтерії | 0,017 | 0,03 | 0,03 | – | – | 0,01 |

REFERENCES

1. Skilky viiskovykh ta tsyvilnykh zahynuly v khodi konfliktiv pislia Druhoi svitovoi viiny. Available from: https://www.slovoidilo.ua/2022/10/31/infografika/suspilstvo/skilky-vijskovykh-ta-cyvilnykh-zahynuly-xodi-konfliktiv-pislya-druhoyi-svitovoyi-viiny?utm_source=gravitec&utm_medium=push&utm_campaign=
2. Yak vyzhyty v umovakh blekautu bez tepla, vody, kanalizatsii: laifhaky vid trenera – “ekstremala”. Available from: <https://tsn.ua/ukrayina/yak-vizhiti-v-umovah-blekautu-bez-tepla-vodi-kanalizatsiyi-layfgaki-vid-trenera-ekstremala-2210272.html>.
3. Rosiiski obstrily mozhut sylny natysnuty na ekonomiku Ukrainy: yak vony vzhe vplyvaiut na tsyny. https://www.obozrevatel.com/ukr/topic/vojna-v-ukraine-2022/?_ga=2.161285237.954743355.1669904179-624245905.1642608186&_gl=1*1g7uo20*_ga*NjI0MjQ1OTA1LjE2NDI2MDgxODY.*_ga_JBX3X27G7H*M TY2OTkwNDE3OS45LjAuMTY2OTkwNDE3OS42MC4wLjA.
4. Okupanty voiuut proty elektryky y tepla. Available from: https://tsn.ua/ato/raketi-putina-znayshli-novumishen-v-ukrayiniyaki-naslidki-matimut-udari-po-gazoviy-infrastrukturi-2204125.html?utm_medium=referral&utm_source=idealmedia&utm_campaign=tsn.ua&utm_term=1294998&utm_content=10282210.
5. Rosiiany tsilespryamovano ruiniut likarni v Ukraini [The Russians are purposefully destroying hospitals in Ukraine]. Available from: <https://socportal.info/ru/news/v-moz-nazvali-chislo-ub-itykh-vrachei-okkupantami/> [in Ukrainian].
6. Myroniuk IS, Slabkyi HO, Shcherbinska OS, Bilak-Lukianchuk VY. Naslidky viiny z Rosiiskoiu Federatsieiu dlia okhorony zdorovia Ukrainy [Consequences of the war with the Russian Federation for the healthcare system of Ukraine]. *Reproduktyvne zdorov'ya zhinky*. 2022 Dec 1; 8: 26–31 [in Ukrainian].
7. Myroniuk IS, Slabkyi HO, Lopit VV. Vplyv viiny proty rosiiskoi ahresii na stan hromadskoho zdorov'ia naseleння rehionu viddaleno ho vid zony aktyvnykh boiovykh dii [Impact of the war against Russian aggression on the state of public health of the population of the region distant from the active combat zone]. *Hromadske zdorov'ia v Ukraini: zdobutky ta vykyky sohodennia: kolektyvna monohrafiia*. Poltava, 2023; 44–49 [in Ukrainian].

8. Slabkyi HO, Bilak-Lukianchuk VY, Ivanyinna MM. Vplyv sotsialno-ekonomichnykh determinant na stan formuvannia hromadskoho zdorov'ia v umovakh viiny z rf [Impact of socio-economic determinants on the state of public health formation under the war with Russia]. Innovations and prospects in modern science. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. SSPG Publish. 2023 Feb. p. 70–74 [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 17.04.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 11.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.05.2026

ЗМІСТ

СТОМАТОЛОГІЯ

| | |
|---|----|
| Гончарук-Хомин М. Ю., Богдан О. М. ОЦІНКА ВІТАЛЬНОСТІ ПУЛЬПИ В УМОВАХ СУМІЖНИХ ПАРОДОНТАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ: ПРОБЛЕМАТИКА ТА ПРОПОЗИЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ..... | 5 |
| Гуменюк В. О. ІНДЕКС МІКРОБНОГО ДИСБІОЗУ ПОРОЖНИНИ РОТА: ВІД МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ ДО ЄДИНОГО ЧИСЛА У ПЕРЕДІМПЛАНТАЦІЙНОМУ СКРИНІНГУ..... | 14 |
| Дудік О. П., Попова О. І., Попов М. В. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНУ ТКАНИН ПАРОДОНТА ПРИ ОРТОДОНТИЧНОМУ ЛІКУВАННІ ЕЛАЙНЕРАМИ ТА ВЕСТИБУЛЯРНИМИ БРЕКЕТ-СИСТЕМАМИ..... | 20 |
| Іваницька О. С., Ткаченко П. І., Скікевич М. Г., Бойко І. В., Торопов О. А., Личман В. О. ОСОБЛИВОСТІ ЗАГОЄННЯ ПІСЛЯЕКСТРАКЦІЙНОЇ РАНИ ТА РЕГЕНЕРАЦІЇ КІСТКОВОГО ДЕФЕКТУ ЩЕЛЕП ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЗГУСТКІВ А-PRF..... | 28 |
| Кенюк А. Т. ПРОГНОСТИФІКАЦІЯ ВТРАТИ ТА КРИТИЧНОЇ КОМПРОМЕТАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДЕНТАЛЬНИХ ІМПЛАНТАТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ: ПЕРСПЕКТИВИ КЛІНІЧНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ..... | 33 |
| Китастий О. І., Шеверя С. М. АНАЛІЗ ІНДЕКСНОЇ ОЦІНКИ СТАНУ ТВЕРДИХ ТКАНИН ЗУБІВ ТА ГІГІЄНИ У ПАЦІЄНТІВ З ОРТОДОНТИЧНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ..... | 40 |
| Клітинська О. В., Розюк І. А., Гурандо В. Р. АНАЛІТИЧНЕ ПОРІВНЯЛЬНЕ ЗІСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРЯМИХ ТА НЕПРЯМИХ РЕСТАВРАЦІЙ ФРОНТАЛЬНОЇ ГРУПИ ЗУБІВ..... | 46 |
| Ковач І. В., Влад М. І. КЛІНІКО-ДІАГНОСТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ДЕФЕНЗИВІВ У ФОРМУВАННІ КАРІЄСУ ЗУБІВ ТА ХРОНІЧНОГО КАТАРАЛЬНОГО ГІНГІВІТУ У ДІТЕЙ З ОСОБЛИВИМИ ПОТРЕБАМИ..... | 52 |
| Кузенко Є. В., Поддусєва В. П., Меншов Т. А. ХРОМОГЕННА ПІГМЕНТНА ДИСТРОФІЯ ЗУБІВ ЗА СІМЕЙНИМ ТИПОМ (КОРОТКЕ ПОВІДОМЛЕННЯ)..... | 58 |
| Мочалов Ю. О., Куліш А. С., Корнієнко Л. В., Шупяцький І. М. ПОРІВНЯННЯ ТІКСОТРОПНОСТІ РІЗНИХ КОМПЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФІКСАЦІЇ НЕЗНІМНОЇ ОРТОДОНТИЧНОЇ АПАРАТУРИ ПРИ НАКЛАДАННІ БРЕКЕТ-ЗАМКІВ В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТУ..... | 63 |
| Одноралов А. І. БІОМАРКЕРИ ПОРОЖНИНИ РОТА У ДІАГНОСТИЦІ ЗАПАЛЕННЯ ПАРОДОНТА У ПІДЛІТКІВ ТА ОСІБ МОЛОДОГО ВІКУ: КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОКАЗОВОЇ БАЗИ ТА КОНЦЕПТУАЛЬНА СХЕМА КЛІНІКО-ЛАБОРАТОРНОГО СКРИНІНГУ..... | 70 |
| Осарчук Є. В., Бандрівський Ю. Л. ПОРУШЕННЯ КИСЛОТНО-ЛУЖНОГО ГОМЕОСТАЗУ РОТОВОЇ РІДИНИ У ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНИХ ДІТЕЙ 6-13 РОКІВ ІЗ РІЗНИМ СТАНОМ ТВЕРДИХ ТКАНИН ЗУБІВ..... | 78 |
| Трохимець Ю. В., Канюра О. А. ОЦІНКА ЯКОСТІ ЖИТТЯ, ПОВ'ЯЗАНОВОГО ЗІ СТОМАТОЛОГІЧНИМ ЗДОРОВ'ЯМ (OHQRQL), У ПАЦІЄНТІВ З ВІДКРИТИМ ПРИКУСОМ В ПЕРІОДІ ПОСТІЙНОЇ ОКЛЮЗІЇ..... | 86 |

Хашевацький А. В.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ТА ПРОГНОСТИЧНІ КРИТЕРІЇ СТОМАТОЛОГІЧНОГО ЗДОРОВ'Я
У ПАЦІЄНТІВ ПІДЛІТКОВОГО ТА ЮНАЦЬКОГО ВІКУ В ХОДІ ОРТОДОНТИЧНОГО
ЛІКУВАННЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛАЙНЕРІВ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....91

Шекера О. О., Пальчиков А. В.

АПРОБАЦІЯ КЛІНІЧНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ГЛИБИНИ
ПАРОДОНТАЛЬНОГО ЗОНДУВАННЯ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ДАНИХ.....97

БІОЛОГІЯ

Бобрик Н. Ю., Куц Є. М., Кривцова М. В., Денчиля-Сакаль Г. М.

ДОВГОСТРОКОВИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ МОНІТОРИНГ У СПОРТІ105

Кузнецова О. В., Денісікіна Є. Р.

ВПЛИВ ДІЕТИЛОВОГО ЕСТЕРУ 5-АЛКІЛАМІНО-2-{N-[N-БЕНЗОЇЛ-(4-МЕТИЛБЕНЗИЛІДЕН)
ГЛІЦИЛ]АМІНОМЕТИЛ}-1,3-ОКСАЗОЛ-4-ІЛ ФОСФОНОВОЇ КИСЛОТИ НА РЕЗИСТЕНТНІСТЬ
МЕМБРАН ЕРИТРОЦИТІВ АЛКОГОЛІЗОВАНИХ ЩУРІВ110

Пантьо В. В., Феделеш В. В., Данко Е. М., Пантьо В. І., Коваль Г. М.

ПРОТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
ФОТОСЕНСИБІЛІЗАТОРІВ ТА СВІТЛОДІОДНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ
ЧЕРВОНОГО СПЕКТРУ.....114

ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

Антал Н. М.

СИСТЕМНІ АСПЕКТИ ПІДТРИМКИ ГРУДНОГО ВИГОДОВУВАННЯ:
РОЛЬ МЕДИЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ БАР'ЄРИ.....120

Брич В. В.

ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ СЕКТОР У РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЙ ПРОМОЦІЇ ЗДОРОВ'Я
НА РІВНІ ГРОМАДИ: ОГЛЯДОВО-АНАЛІТИЧНИЙ ПІДХІД.....124

Лінніков С. В.

ДОМЕДИЧНА ДОПОМОГА ДЛЯ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ У ПРИФРОНТОВИХ
ГРОМАДАХ ХЕРСОНЩИНИ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ДОСТУПУ ЕМД: РОЗРОБКА
ТА ОБІРУНТУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ЗА ПРИНЦИПАМИ MARSH.....130

Онул Н. М., Гармаш Н. Л., Порошинська І. В., Останін А. А.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДИНАМІКА ЗАХВОРЮВАНОСТІ ГОСПІТАЛІЗОВАНИХ ХВОРИХ
НА ХВОРОБИ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ ЗА ПЕРІОД 2018–2025 РР.135

Слабкий Г. О., Ілько А. В., Маркович В. П.

ЗАХВОРЮВАНІСТЬ ЦИВІЛЬНОГО НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ НА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ
В УМОВАХ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЙ ВИКЛИКАНИХ ВІЙНОЮ ПРОТИ
РОСІЙСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ.....140

CONTENTS

СТОМАТОЛОГІЯ

| | |
|--|----|
| Goncharuk-Khomyn M. Y., Bohdan O. M. ASSESSMENT OF PULP VITALITY IN THE PRESENCE OF CONCOMITANT PERIODONTAL LESIONS: CHALLENGES AND PROPOSAL FOR IMPROVEMENT USING MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES..... | 5 |
| Humeniuk V O. ORAL MICROBIAL DYSBIOSIS INDEX: FROM MICROBIOLOGICAL REPORT TO A SINGLE NUMBER IN PRE-IMPLANT SCREENING..... | 14 |
| Dudik O. P., Popova O. I., Popov M. V. COMPARATIVE ANALYSIS OF PERIODONTAL TISSUE STATUS DURING ORTHODONTIC TREATMENT WITH ALIGNERS AND VESTIBULAR BRACKET SYSTEMS..... | 20 |
| Ivanytska O. S., Tkachenko P. I., Skikevych M. G., Boyko I. V., Toropov O. A., Lychman V. O. OPTIMIZATION OF POSTEXTRACTION WOUND HEALING AND REGENERATION OF BONE DEFECTS OF THE JAWS USING AUTOLOGOUS BLOOD CONCENTRATES..... | 28 |
| Keniuk A. T. PROGNOSTICATION OF LOSS AND CRITICAL COMPROMISE OF THE DENTAL IMPLANTS FUNCTIONAL STATE BY USING MACHINE LEARNING METHODS: PROSPECTS FOR CLINICAL IMPLEMENTATION..... | 33 |
| Kytastyi O. I., Sheveria S. M. ANALYSIS OF INDEX ASSESSMENT OF THE CONDITION OF DENTAL HARD TISSUES AND HYGIENE IN PATIENTS WITH ORTHODONTIC PATHOLOGY..... | 40 |
| Klitynska O. V., Rozuk I. A., Gurando V. R. ANALYTICAL COMPARISON OF OUTCOMES OF DIRECT AND INDIRECT RESTORATIONS OF ANTERIOR TEETH: A LITERATURE REVIEW..... | 46 |
| Kovach I. V., Vlad M. I. CLINICAL AND DIAGNOSTIC SIGNIFICANCE OF DEFENSINS IN THE DEVELOPMENT OF DENTAL CARIES AND CHRONIC CATARRHAL GINGIVITIS IN CHILDREN WITH SPECIAL NEEDS..... | 52 |
| Kuzenko Y. V., Podduieva V. P., Menshov T. A. CHROMOGENIC PIGMENTARY TOOTH DYSTROPHY OF FAMILIAL TYPE (SHORT COMMUNICATION)..... | 58 |
| Mochalov I. O., Kulish A. S., Kornienko L. V., Shupiatskyi I. M. COMPARISON OF THE THIXOTROPIC PROPERTIES OF DIFFERENT COMPOSITE MATERIALS FOR BONDING FIXED ORTHODONTIC APPLIANCES DURING EXPERIMENTAL BRACKET PLACEMENT..... | 63 |
| Odnoralov A. I. ORAL FLUID BIOMARKERS IN THE DIAGNOSIS OF PERIODONTAL INFLAMMATION IN ADOLESCENTS AND YOUNG ADULTS: A CRITICAL REVIEW OF THE EVIDENCE BASE AND A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR CLINICAL-LABORATORY SCREENING..... | 70 |
| Osarchuk Y. V., Bandrivsky Y. L. DISRUPTION OF ORAL FLUID ACID-BASE HOMEOSTASIS IN INTERNALLY DISPLACED CHILDREN AGED 6–13 YEARS WITH VARYING STATES OF DENTAL HARD TISSUES..... | 78 |

| | |
|--|----|
| Trokhimets Y. V., Kaniura O. A. | |
| ASSESSMENT OF ORAL-HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE (OHRQOL) IN PATIENTS WITH OPEN BITE DURING PERMANENT DENTITION..... | 86 |
| Khashchevatskyi A. V. | |
| CONTEMPORARY ASPECTS AND PROGNOSTIC CRITERIA OF DENTAL HEALTH IN ADOLESCENT AND YOUNG ADULT PATIENTS UNDERGOING ORTHODONTIC TREATMENT WITH CLEAR ALIGNERS: AN ANALYTICAL REVIEW..... | 91 |
| Shekera O. O., Palchykov A. V. | |
| APPROBATION OF CLINICALLY ORIENTED APPROACH TO ASSESS PERIODONTAL PROBING DEPTH BASED ON DIGITAL DATA..... | 97 |

БІОЛОГІЯ

| | |
|---|-----|
| Bobryk N. Y., Kuts Y. M., Kryvtsova M. V., Denchylia-Sakal H. M. | |
| LONG-TERM LABORATORY MONITORING IN SPORTS..... | 105 |
| Kuznetsova O. V., Deniskina Y. R. | |
| INFLUENCE OF DIETHYL ESTER OF 5-ALKYLAMINO-2-{N-[N-BENZOYL- (4-METHYLBENZYLIDENE)GLYCYL]AMINOMETHYL}-1,3-OXAZOL-4-YL PHOSPHONIC ACID ON ERYTHROCYTE MEMBRANE RESISTANCE IN ETHANOL-INTOXICATED RATS..... | 110 |
| Pantyo V. V., Fedelesh V. V., Danko E. M., Pantyo V. I., Koval G. M. | |
| ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE COMBINED APPLICATION OF PHOTSENSITIZERS AND RED-SPECTRUM LED RADIATION..... | 114 |

ГРОМАДСЬКЕ ЗДОРОВ'Я

| | |
|--|-----|
| Antal N. M. | |
| SYSTEMIC ASPECTS OF BREASTFEEDING SUPPORT: THE ROLE OF HEALTHCARE PROFESSIONALS AND ORGANIZATIONAL BARRIERS..... | 120 |
| Brych V. V. | |
| THE PHARMACEUTICAL SECTOR IN THE IMPLEMENTATION OF COMMUNITY-LEVEL HEALTH PROMOTION STRATEGIES: AN ANALYTICAL REVIEW..... | 124 |
| Linnikov S. V. | |
| PREHOSPITAL AID FOR CIVILIANS IN FRONTLINE COMMUNITIES OF KHERSON REGION UNDER LIMITED ACCESS TO EMS: DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF A MARCH-BASED TRAINING PROGRAMME..... | 130 |
| Onul N. M., Harmash N. L., Poroshynska I. V., Ostanin A. A. | |
| CURRENT STATUS AND DYNAMICS OF MORBIDITY OF HOSPITALIZED PATIENTS WITH CARDIOVASCULAR DISEASES FOR THE PERIOD 2018–2025..... | 135 |
| Slabkiy G. O., Ilko A. V., Markovych V. P. | |
| INCIDENCE OF INFECTIOUS DISEASES AMONG THE CIVILIAN POPULATION OF UKRAINE IN EXTREME SITUATIONS CAUSED BY THE WAR AGAINST RUSSIAN MILITARY AGGRESSION..... | 140 |

Наукове видання

INTERMEDICAL JOURNAL

Випуск 2

Коректура • *Наталія Славгородська*

Комп'ютерна верстка • *Вікторія Грицик*

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 17,44. Замов. № 0526/577. Наклад 100 прим.
Дата розміщення онлайн: 30.05.2026. Дата друку: 08.06.2026.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1
Телефон +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.