

УДК 616.314-089.23-053.2:616.311.2-002-02-084
DOI <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2025.4.15975>

Д. М. Могитич

ORCID <https://orcid.org/0009-0003-1343-7914>

Ю. Л. Бандрівський

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4103-3664>

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України

СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ ЕТІОПАТОГЕНЕЗУ ТА ПРОФІЛАКТИКИ ЗАПАЛЬНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ТКАНИН ПАРОДОНТА З ОРТОДОНТИЧНОЮ КОРЕКЦІЄЮ У ДІТЕЙ

D. M. Mohytych, Yu. L. Bandrivsky

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine

MODERN CONCEPTS OF ETIOPATHOGENESIS AND PREVENTION OF INFLAMMATORY PERIODONTAL DISEASES IN CHILDREN DURING ORTHODONTIC CORRECTION

ІНФОРМАЦІЯ

Електронна адреса
для листування:
Mohytych_asp@tdmu.edu.ua

Отримано: 19.11.2025
Рекомендовано: 12.12.2025
Опубліковано: 31.12.2025

Ключові слова: діти, ортодонтична патологія, пародонт, біоплівка, ортодонтичне лікування.

АНОТАЦІЯ

Проблема стоматологічного здоров'я дитячого населення є однією з найактуальніших. Аномалії прикусу та положення зубів разом із захворюваннями тканин пародонта посідають провідні місця у структурі захворюваності. Ортодонтичне лікування часто стає додатковим причинним фактором, що провокує запальні процеси в пародонті.

Мета дослідження – провести аналіз наукової літератури щодо етіопатогенетичних механізмів розвитку запальних захворювань пародонта у дітей з аномаліями прикусу та положення зубів на етапах ортодонтичного лікування, а також оцінити ефективність сучасних методів лікування та профілактики.

Матеріали та методи дослідження. Було проведено літературний огляд наукових публікацій за допомогою систем PubMed, Google Scholar, Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського за 2018–2025 рр. Пошук здійснювався за такими ключовими словами та їх комбінаціями: «ортодонтичне лікування», «захворювання пародонта у дітей», «гінгівіт», «зубоцелепні аномалії», «біоплівка», «дисбіоз порожнини рота», «пробіотики в стоматології».

Результати. Встановлено, що патологія прикусу й ортодонтичні конструкції діють як поєднані фактори ризику. Доведено, що незнімна апаратура сприяє колонізації пародонтопатогенів (зокрема, «червоний комплекс») через додаткові ретенційні пункти, зниження резистентності та розвиток дисбіозу ротової порожнини. Розглянуто механізми запалення, від імунологічної відповіді (цитокіновий дисбаланс) до прямої механічної травми (функціональне перевантаження). Проаналізовано ефективність профілактичних засобів, включно з фітопрепаратами, пробіотиками та малоінвазивними методами гігієни.

Висновки. Доведено, що ключовим пусковим механізмом виникнення запальних захворювань пародонта у дітей під час ортодонтичного лікування є біоплівка. Вплив патогенної мікрофлори, механічна травма стимулюють синтез прозапальних цитокінів, остеокластів, ММР.

Встановлено, що додаткові фактори запалення у вигляді анатомо-морфологічних особливостей, ятрогенних чинників, специфіки конструкції та складу ортодонтичних апаратів стимулюють і посилюють запалення тканин пародонта. Зазначено ефективність більш безпечних альтернатив хлоргексидину, зокрема біокорекція та фітотерапія та необхідність комплексного підходу, системної підтримки та повторного гігієнічного навчання дітей.

INFORMATION

Email address
for correspondence:
Mohytych_asp@tdmu.edu.ua

Received: 19.11.2025
Accepted: 12.12.2025
Published: 31.12.2025

Key words: children,
orthodontic pathology,
periodontium, biofilm,
orthodontic treatment.

ABSTRACT

The problem of dental health in the pediatric population is highly significant. Malocclusion and tooth position along with periodontal tissue diseases occupy leading positions in the structure of morbidity. Orthodontic treatment often becomes additional causative factor provoking inflammatory processes in the periodontium.

The aim of the study. To analyze scientific literature regarding the etiopathogenetic mechanisms of inflammatory periodontal disease development in children with malocclusion and tooth position during orthodontic treatment stages, and to evaluate the efficacy of modern treatment and prevention methods.

Materials and Methods. A literature review of scientific publications was conducted using the systems “PubMed”, “Google Scholar”, and the V. I. Vernadsky National Library for 2018–2025. The search was conducted using the following keywords and their combinations: “orthodontic treatment”, “periodontal disease in children”, “gingivitis”, “dental anomalies”, “biofilm”, “oral dysbiosis”, “probiotics in dentistry”.

Results. It was established that malocclusion and orthodontic appliances act as combined risk factors. It has been proven that fixed appliances contribute to the colonization of periodontal pathogens (in particular, the “red complex”) due to additional retention points, reduced resistance, and the development of oral dysbiosis. The mechanisms of inflammation are reviewed, from immunological response (cytokine imbalance) to direct mechanical injury (functional overload). The effectiveness of preventive measures, including herbal remedies, probiotics, and minimally invasive hygiene methods, is analyzed.

Conclusions. It has been proven that the key triggering mechanism for the occurrence of inflammatory periodontal diseases in children during orthodontic treatment is biofilm. The influence of pathogenic microflora, mechanical trauma stimulate the synthesis of pro-inflammatory cytokines, activation of osteoclastogenesis, MMP. It has been established that additional inflammatory factors in the form of anatomical and morphological features, iatrogenic factors, specific design and composition of orthodontic appliances stimulate and intensify inflammation of periodontal tissues.

The effectiveness of safer alternatives to chlorhexidine, in particular biocorrection and phytotherapy, and the need for a comprehensive approach, systemic support, and repeated hygiene education of children are noted.

Вступ. Проблема збереження стоматологічного здоров'я дітей набуває особливого значення в умовах зростання поширеності основних стоматологічних захворювань. Згідно з даними сучасних досліджень, зубощелепні аномалії (ЗЩА) стабільно посідають третє місце у структурі захворюваності після карієсу та патології пародонта [1, 2]. Епідеміологічні дослідження в Україні демонструють варіабельність

поширеності ЗЩА серед дітей шкільного віку в діапазоні від 24,43 до 83,33 %, що підтверджує масштабність проблеми [3]. Характерною особливістю є зростання патології з віком, зокрема, показники розповсюдженості в постійному прикусі збільшуються з 45 до 76,3 % [4]. Дані цих досліджень підтверджують, що в період формування прикусу лише незначна частина аномалій піддається саморегуляції, а переважна

кількість порушень прикусу та положення зубів зберігається або прогресує в процесі росту дитини [3, 4].

Водночас відзначається дуже високий рівень захворювань тканин пародонта. За оцінками ВООЗ, патологію зубоутримувальних тканин мають до 80 % дітей у світі [5]. В Україні запальні захворювання пародонта охоплюють 60–80 % дитячого населення [6], причому домінуючою формою є хронічний катаральний гінгівіт (ХКГ) [6, 7]. Особливо критичним є пубертатний період (12–13 років), коли на фоні ендокринних зрушень і погіршення гігієни різко зростає чутливість тканин до подразників, зокрема зубного нальоту.

Поєднання цих двох патологій створює складну клінічну ситуацію: близько 50 % підлітків мають запальні захворювання пародонта на тлі вже наявних ЗЩА [5]. У цьому контексті ортодонтичне лікування, спрямоване усунути порушення прикусу та положення зубів, може виступати як негативний причинний фактор, що актуалізує питання детального вивчення механізмів пошкодження та пошуку ефективних шляхів профілактики.

Мета дослідження – узагальнити й систематизувати сучасні наукові дані щодо етіології та патогенетичних механізмів розвитку запальних захворювань тканин пародонта у дітей в умовах ортодонтичної корекції, а також проаналізувати ефективність існуючих профілактичних підходів.

Матеріали та методи дослідження. Було проведено літературний огляд наукових публікацій за допомогою систем PubMed, Google Scholar, Національної бібліотеки імені В. І. Вернадського за 2018–2025 рр. Використовувалися запити за ключовими словами, авторами та заголовками. Пошук здійснювався за такими ключовими словами та їх комбінаціями: «ортодонтичне лікування», «захворювання пародонта у дітей», «гінгівіт», «зубощелепні аномалії», «біоплівка», «дисбіоз порожнини рота», «пробіотики в стоматології». Зосереджено увагу на особливостях виникнення, розвитку та лікування запальних захворювань тканин пародонта за ортодонтичної патології.

Результати досліджень та їх обговорення. Визначальним чинником розвитку запалення в тканинах пародонта є дентальна біоплівка. Встановлено, що ортодонтичні конструкції, особливо незнімні (зокрема, брекет-системи), порушують екологічну рівновагу ротової порожнини. Дослідження показують, що вже через один тиждень після фіксації апаратури спостерігаються зміни мікробіоти, які стають стабільними через три місяці. Цей процес характеризується колонізацією спочатку представниками

«помаранчевого», а згодом і «червоного» комплексів патогенів [8].

Наукові дані підтверджують статистично значуще зростання рівнів пародонтопатогенів *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia* та *Treponema denticola* на 3-й, 6-й та 12-й місяці лікування фіксованою апаратурою [9].

Встановлено, що висока вірулентність пародонтопатогенів обумовлена їхніми факторами агресії, включно з цитотоксинами, екзотоксинами та ферментами (як-от колагеназа, гіалуронідаза, еластаза). Продукти життєдіяльності мікроорганізмів, зокрема ліпополісахариди (LPS), що є компонентом зовнішньої мембрани грамнегативних бактерій, активують синтез цитокінів, простагландинів та гідролітичних ензимів, що, зі свого боку, викликає виражені деструктивні ефекти. LPS також роблять клітинну стінку непроникною для антибіотиків та запускають імунну реакцію макроорганізму. Руйнівні зміни спричиняються прямим і опосередкованим шляхами. Пряма патогенність *Actinobacillus actinomycetemcomitans* (Aa) та *Campylobacter rectus* обумовлена продукуванням ензимів (протеаз, колагенази) та високою здатністю продукувати токсичні метаболіти (H₂S, NH₃). *Campylobacter gracilis* та Aa є основними видами, що викликають деструкцію колагену та резорбцію міжальвеолярних перегородок [10].

Також зазначено, що незнімні апарати викликають не тільки кількісну, але і якісну зміну субгінгівальної мікрофлори. Ці зміни дещо зменшуються протягом перших шести місяців після зняття ортодонтичної конструкції, але все ще залишаються значно підвищеними порівняно зі здоровими пацієнтами. Особливу увагу привертає той факт, що ризик присутності агресивного патогену *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* зростає у 15,54 раза через 3–6 місяців після початку лікування [11]. Крім пародонтопатогенів, незнімна апаратура сприяє зростанню кількості грамнегативних бактерій та карієсогенних видів, зокрема *Streptococcus mutans* [12].

Тип ортодонтичної конструкції безпосередньо впливає на ступінь дисбіозу. Систематичні огляди свідчать, що використання прозорих елайнерів супроводжується нижчими індексами нальоту (PI) та гінгівіту (GI) порівняно з брекет-системами [13]. Проте, за даними Zhang, атачменти, особливо у великій кількості, погіршують гігієнічне очищення та сприяють накопиченню нальотів, що сприяє розвитку гінгівіту в підлітків [14]. Зі свого боку, за даними досліджень *in vitro* виявлено, що деякі термоформувальні та нетермоформувальні матеріали для виготовлення кап демонструють легку цитотоксичність щодо фібробластів ясен [15]. Дизайн краю елайнера також впливає на навколишні

тканини. За даними Favero, у разі застосування юкстагінгівального обідка (JR) спостерігається сильніше механічне подразнення, особливо під час введення та зняття елайнера, що може проявлятися погіршенням запальних індексів. Крім того, тиск, який чинить JR на ясенну борозну, сприяв відкладенню зубного нальоту, тоді як вестибулярний дизайн краю (VR) мав захисний ефект, зменшуючи ризик механічної травми [16]. За даними Ravi, конструктивні особливості брекетів створюють додаткові ретенційні пункти для накопичення зубного нальоту та знижують ефективність механічного видалення біоплівки за допомогою чищення зубів чи інших механічних засобів. Ортодонтичні кільця, надлишок цементу та композиту під час бондингу викликають механічне подразнення ясен і підвищують акумуляцію бляшки, збільшують кровоточивість під час зондування [9].

Крім мікробного фактора, критичну роль у патогенезі відіграє механічна травма. Встановлено два основні шляхи, якими аномалії прикусу та положення зубів призводять до деструкції тканин. По-перше, це морфологічні умови (дистальна оклюзія, збільшена сагітальна щілина, глибоке фронтальне перекриття й ектопічне положення іклів). По-друге, це пряме травматичне ураження. Доведено, що глибоке переднє перекриття з контактом до ясен (OR = 1,40) і передній перехресний прикус (OR = 1,75) сприяють збільшенню глибини зондування та втраті клінічного прикріплення внаслідок постійної травматизації [17]. Також відхилення від нормального прикусу можуть ускладнювати гігієну порожнини рота через скупченість зубів, що також розглядається фактором ризику розвитку гінгівіту [5, 7].

Кількісні дослідження підтверджують, що сагітальна щілина («оверджет») понад 8 мм та глибоке перекриття («овербайт») понад 6 мм статистично значуще корелюють із підвищеними індексами зубного нальоту та каменю [18]. Тонкий фенотип ясен є фактором ризику рецесії ясен у разі надмірного нахилу зубів, зокрема нижніх центральних різців, де тонка кортикальна пластинка та нестача кератинізованих ясен [19].

Ортодонтичне переміщення зубів базується на процесах ремоделювання кістки, які ініціюються асептичним запаленням. Ключовими регуляторами є цитокіни. Однак на тлі патології спостерігається дисбаланс: у ясенній рідині пацієнтів із пародонтитом під час ортодонтичного лікування виявлено збільшення прозапальних цитокінів (IL-1 β , IL-6, TNF- α), які стимулюють активацію остеокластів та зменшення протизапального IL-4 [20].

Важливим маркером деструкції є матричні металопротеїнази (MMP). Встановлено, що

найбільш значущі кореляційні зв'язки з ознаками раннього запалення має MMP-8; підвищення її рівня збільшує шанси розвитку запалення в 4,2 раза [21]. Паралельно у пацієнтів із хронічним катаральним гінгівітом на тлі ортодонтичного лікування відбувається виснаження систем неспецифічного захисту, що проявляється зменшенням концентрації антимікробних пептидів, як-от кателіцидин та α -дефензини в ротовій рідині, що свідчить про зниження кількісно-якісних критеріїв резистентності [22]. Досліджено, що ортодонтична корекція елайнерами і самолігуючими брекетами, що використовують легкі сили, збільшує оксидативний стрес після перших 30 днів лікування [23].

Гіпертрофія ясен також є частим ускладненням ортодонтичного лікування. Досліджено, що значний вплив мали стать, вік, рівень гігієни та тривалість лікування понад 24 місяці. Водночас не було встановлено суттєвого зв'язку з класифікацією Енгля, сагітальним і вертикальним перекриттям, етапом лікування, типом брекет-системи та видаленням зубів [24]. Рушійними факторами гіпертрофії можуть виступати ортодонтична сила та перебудова пародонта, що збільшують рівень MMP. Також безперервна стимуляція низькою концентрацією іонів нікелю стимулює ріст епітеліальних клітин і проліферацію кератиноцитів [19].

Ефективна профілактика базується на комплексному усуненні етіологічних чинників. «Золотим стандартом» хімічного контролю нальоту залишається хлоргексидин, який ефективно знижує гінгівальні індекси та глибину кишень та є ефективнішим за фторвмісні ополіскувачі, проте має побічні ефекти в разі тривалого застосування (зокрема, порушення / зміна смаку, вплив на слизову оболонку рота, включно з болючістю, подразненням, десквамацією та виразками / ерозією слизової оболонки, а також загальне відчуття печіння / печіння язика) [25].

Значний потенціал має біокорекція. Дослідження з використанням пробіотика *Lactobacillus reuteri* у дітей із хронічним генералізованим катаральним гінгівітом дало можливість встановити зниження показників гігієнічних і пародонтальних індексів, усунення клінічних проявів ХКГ (запалення та кровоточивості ясен), що свідчить про зменшення кількості пародонтопатогенів і нормалізацію ферментативної активності ротової рідини [26]. Також доведено ефективність препаратів на основі композиції силікагелю та бактерій штамів *Bacillus subtilis* та *Bacillus licheniformis* для зниження ризиків ускладнень і покращення місцевого гігієнічного статусу [27].

Перспективним напрямом є фітотерапія. Вітчизняні клінічні дослідження підтверджують ефективність (на підставі гігієнічних

індексів) зубних паст із рослинними екстрактами та пептидними комплексами, які не викликають сухості слизової оболонки, покращують рН і в'язкість ротової рідини [28].

На етапі професійної гігієни перевага надається технології Air-Polishing, яка в комплексі з ультразвуковим чищенням, механічним чищенням щіточками, флосингом і поліруванням забезпечує якісніше полірування та доступ до ретенційних зон навколо брекетів порівняно з традиційними методами [29]. Інноваційним методом є фотодинамічна терапія, яка демонструє результати, зіставні з ультразвуковим скейлінгом щодо редукції пародонтопатогенів і запальних медіаторів [30].

Важливим також є системний підхід. Застосування лікувально-профілактичних комплексів на основі препаратів кальцію та вітаміну D підвищує мінералізуючий потенціал слини, зменшує активність кислотої та лужної фосфатази, збільшує активність каталази та знижує вміст малонового діальдегіду, що дає можливість нормалізувати стан антиоксидантно-прооксидантної системи [31]. Невід'ємною частиною є навчання гігієни, оскільки досліджено, що задовільний рівень гігієни, досягнутий навчанням перед лікуванням, у місячний термін знижується до незадовільного у дітей із патологією прикусу та скупченістю зубів, що потребує систематичного щомісячного навчання [32].

Висновки. Доведено, що ключовим пусковим механізмом виникнення запальних захворювань пародонта у дітей під час ортодонтичного лікування є біоплівка. Зсув мікробіому в бік «червоного» комплексу відбувається вже на 3-й місяць після фіксації апаратури, що потребує зміни протоколу гігієни саме в цей термін.

Механізм ушкодження тканин пародонта має комбіновану природу, поєднує вплив

мікроорганізмів і механічну травму. Основною ланкою патогенезу є активація синтезу прозапальних цитокінів IL-1 β , IL-6, TNF- α , які стимулюють остеокласти та MMP, що індукуються LPS бактерій і продуктами їхнього метаболізму. Додатковим фактором впливу є анатомічні особливості та ятрогенні чинники.

Застосування елайнерів демонструє кращі показники гігієнічних індексів порівняно з брекетами, але не виключає факторів ризику запалення – додаткових ретенційних пунктів, травмування краєм апарату, цитотоксичності матеріалу капи.

Побічні ефекти хлоргексидину обмежують його тривале застосування, що зміщує акцент на біокорекцію та фітотерапію, які є безпечнішими альтернативами для нормалізації мікробіоценозу. Доведено ефективність сучасних методів професійної гігієни (Air-Polishing, фотодинамічна терапія) та необхідність системної підтримки (препарати кальцію, вітамін D). Важливим є систематичний моніторинг і повторне гігієнічне навчання, оскільки навички догляду в дітей мають тенденцію до зниження в процесі тривалого лікування.

Перспективи подальших досліджень. Визначення порогових рівнів молекулярних маркерів запалення (MMP-8, IL-1 β) у ротовій рідині для розробки скринінг-тестів доклінічної діагностики пародонтальних ускладнень у дітей.

Дослідження *in vivo* цитотоксичної дії термопластичних матеріалів елайнерів та впливу різних варіантів дизайну їх краю (JR-VR) на гемодинаміку пародонта.

Розробка уніфікованих протоколів застосування пробіотиків (*L. reuteri*, *B. subtilis*) як альтернативи антисептикам, із визначенням оптимальних дозувань залежно від вихідного мікробіологічного профілю пацієнта.

Список літератури

1. Мельник В. С., Горзов Л. Ф., Рівіс О. Ю., Ізай М. Е. Аналіз поширеності зубощелепних аномалій у дітей шкільного віку м. Ужгорода. *Український стоматологічний альманах*. 2021. № 4. С. 53–59.
2. Дорошенко С. І., Савонік С. М. Поширеність зубощелепних аномалій у дітей віком 4–17 років. *Сучасна стоматологія*. 2020. № 5. С. 70–73.
3. Лесіцький М. Ю., Фур М. Б., Машкаринець О. О. Поширеність зубощелепних аномалій серед дітей шкільного віку. *Вісник стоматології*. 2020. Т. 36, № 2. С. 61–66.
4. Янчук А. О., Скиба В. Я., Катеринчук І. П. та ін. Епідеміологічні дослідження та моніторинг стоматологічної захворюваності у дітей України. *Світ медицини та біології*. 2019. № 2 (68). С. 154–158.
5. Лихота К. М., Ватага К. А. Сучасний стан проблеми патології пародонту та зубощелепних аномалій у періоді змінного прикусу (огляд літератури). *Стоматологічне та загальне здоров'я*. 2024. № 1 (15). С. 59–66.
6. Круть А. Г. Аналіз стану стоматологічного здоров'я населення України (огляд літератури). *Збірник наукових праць співробітників НМАПО ім. П. Л. Шупика*. 2019. Вип. 33. С. 47–56.
7. Лихота К. М., Ватага К. А. Поширеність патології тканин пародонта в дітей із різними типами патологічного прикусу. *Стоматологічне та загальне здоров'я*. 2024. Т. 5, № 3. С. 127–134.
8. Contaldo M., Lucchese A., Lajolo C. et al. The oral microbiota changes in orthodontic patients and effects

- on oral health: An overview. *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10. P. 780.
9. Ravi N., Geetha A., Mahendra A. et al. Evaluation of the periodontal parameters and red complex microorganisms in patients undergoing orthodontic treatment: A microbiological study. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*. 2020. Vol. 24 (1). P. 317–327.
 10. Хоменко Л. А., Коленко Ю. Г., Воронина І. Є., Кананович Т. Н. Сучасні дані про роль біоплівки в етіології та патогенезі захворювань тканин пародонта. *Сучасна стоматологія*. 2022. № 1–2. С. 38–40.
 11. Papageorgiou S. N., Xavier G. M., Cobourne M. T., Eliades T. Effect of orthodontic treatment on the subgingival microbiota: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*. 2018. Vol. 21 (4). P. 175–185. DOI: 10.1111/ocr.12237.
 12. Lucchese A., Bondemark L., Marcolina M., Manuelli M. Changes in oral microbiota due to orthodontic appliances: A systematic review. *Journal of Oral Microbiology*. 2018. Vol. 10. Article 1476645. DOI: 10.1080/20002297.2018.1476645.
 13. Jiang Q., Li J., Mei L. et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *Journal of the American Dental Association*. 2018. Vol. 149. P. 712–720. DOI: 10.1016/j.adaj.2018.04.010.
 14. Zhang H., Bi S., Zhang X. Impact of clear aligners on gingivitis incidence and prevention strategies in adolescents and adults: a prospective observational study. *BMC Oral Health*. 2025. Vol. 25, No. 1. P. 75. DOI: 10.1186/s12903-025-05439-y.
 15. Martina S., Rongo R., Bucci R. et al. In vitro cytotoxicity of different thermoplastic materials for clear aligners. *Angle Orthodontist*. 2019. Vol. 89, No. 6. P. 942–945. DOI: 10.2319/091718-674.1.
 16. 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 Journal of Orthodontics*. 2023. Vol. 28, No. 1. e2321124. DOI: 10.1590/2177-6709.28.1.e2321124.oar.
 17. Bernhardt O., Krey K. F., Daboul A. et al. New insights in the link between malocclusion and periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*. 2019. Vol. 46 (2). P. 144–159.
 18. Al-Jasser R. N. The effect of overbite and overjet on clinical parameters of periodontal disease: A case control study. *Saudi Dental Journal*. 2021. Vol. 33 (4). P. 201–206. DOI: 10.1016/j.sdentj.2020.02.002.
 19. Liu Y., Li C. X., Nie J., Mi C. B., Li Y. M. Interactions between orthodontic treatment and gingival tissue. *Chinese Journal of Dental Research*. 2023. Vol. 26. P. 11–18. DOI: 10.3290/j.cjdr.b3978667.
 20. Фастовець О. О., Сергієнко О. І. Особливості перебігу запально-деструктивного процесу в тканинах пародонта в хворих на генералізований пародонтит, яким проводиться ортодонтичне лікування. *Інновації в стоматології*. 2023. № 1. С. 34–41.
 21. Ковач І. В., Копчак О. В., Бунятян К. А. та ін. Прогностична модель виникнення раннього запалення в тканинах пародонта в пацієнтів з ортодонтичними конструкціями за біохімічними показниками ротової рідини. *Медичні перспективи*. 2022. Т. 27, № 1. С. 145–151.
 22. Ковач І. В., Гутарова Н. В. Динаміка антимікробних пептидів в порожнині рота при запальних захворюваннях пародонта на тлі ортодонтичного лікування. *Вісник стоматології*. 2020. Т. 36, № 2. С. 58–61.
 23. Menéndez López-Mateos C., Menéndez López-Mateos M. L., Aguilar-Salvatierra A. et al. Salivary Markers of Oxidative Stress in Patients Undergoing Orthodontic Treatment with Clear Aligners versus Self-Ligating Brackets: A Non-Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2022. Vol. 11, No. 12. P. 3531. DOI: 10.3390/jcm11123531.
 24. Almansob Y. A., Alhammad M. S., Luo X. J. et al. Comprehensive evaluation of factors that induce gingival enlargement during orthodontic treatment: A cross-sectional comparative study. *Nigerian Journal of Clinical Practice*. 2021. Vol. 24. P. 1649–1655.
 25. Hussain U., Alam S., Rehman K. et al. Effects of chlorhexidine use on periodontal health during fixed appliance orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*. 2023. Vol. 45. P. 103–114. DOI: 10.1093/ejo/cjac044.
 26. Трубка І. О., Савичук Н. О., Циганко І. Р. Обґрунтування використання пробіотика, який містить штами *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 та ATCC PTA 5289, у дітей із хронічним генералізованим катаральним гінгівітом. *Современная педиатрия*. 2018. № 3. С. 119–125.
 27. Симоненко Р. В. Аналіз клінічної ефективності пробіотиків з роду *Vacillus* під час ортодонтичної корекції у пацієнтів з хронічним пародонтитом для зниження ризиків ускладнень. *Сучасна стоматологія*. 2024. № 6. С. 87–92.
 28. Древніцька Р. О., Авдєєв О. В., Курій С. П. Підвищення ефективності профілактики запальних захворювань пародонта. *Клінічна стоматологія*. 2022. № 1. С. 28–37.
 29. Головка Д. Р., Головка О. С., Марченко А. В., Хміль Т. А. Оцінка ефективності методів професійної гігієни порожнини рота під час ортодонтичного лікування. *Актуальні проблеми сучасної медицини*. 2020. Т. 20. Вип. 3. С. 47–50.
 30. Abellán R., Gómez C., Iglesias-Linares A., Palma J. C. Impact of photodynamic therapy versus ultrasonic scaler on gingival health during treatment with orthodontic fixed appliances: Randomized controlled trial. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2019. Vol. 51 (3). P. 256–267. DOI: 10.1002/lsm.23035.
 31. Трубка І. О. Біохімічні показники ротової рідини в дітей шкільного віку при поєднаному перебігу карієсу й хронічного генералізованого катарального гінгівіту під впливом лікувально-профілактичного комплексу. *Здоров'я дитини*. 2018. Т. 13, № 3. С. 269–273.
 32. Удод О. А., Драмарецька С. І. Гігієнічний стан порожнини рота у дітей з ортодонтичною патологією. *Вісник стоматології*. 2022. Т. 45, № 3. С. 117–122.

References

1. Melnyk, V.S., Horzov, L.F., Ravis, O.Yu., & Izai, M.E. (2021). Analiz poshyrenosti zuboshchelepykh anomalii u ditei shkilnoho viku m. Uzhhoroda [Analysis of the prevalence of dento-jaw anomalies in school-age children of Uzhhorod]. *Ukrainskyi stomatolohichniy almanakh*, (4), 53–59 [in Ukrainian].
2. Doroshenko, S.I., & Savonik, S.M. (2020). Poshyrenist zuboshchelepykh anomalii u ditei vikom 4–17 roktiv [Prevalence of dento-jaw anomalies in children aged 4–17 years]. *Suchasna stomatolohiia*, (5), 70–73 [in Ukrainian].
3. Lesitskyi, M.Yu., Fur, M.B., & Mashkarynets, O.O. (2020). Poshyrenist zuboshchelepykh anomalii sered ditei

- shkilnoho viku [Prevalence of dento-jaw anomalies among school-age children]. *Visnyk stomatologii*, 36 (2), 61–66 [in Ukrainian].
4. Yanchuk, A.O., Skyba, V.Ya., Katerynychuk, I.P., Kabanova, A.O., Polyakov, O.V., & Shynkevych, V.I. (2019). Epidemiolohichni doslidzhennia ta monitorynh stomatolohichnoi zakhvoriuvanosti u ditei Ukrainy [Epidemiological studies and monitoring of dental morbidity in children of Ukraine]. *Svit medytsyny ta biologii*, 15 (2), 154–158 [in Ukrainian].
 5. Lykhota, K.M., & Vataha, K.A. (2024). Suchasnyi stan problemy patolohii parodontu ta zuboshchelepykh anomalii u periodi zminnoho prykusy (ohliad literatury) [Current state of the problem of periodontal pathology and dento-jaw anomalies in the period of mixed dentition (literature review)]. *Stomatolohichne ta zahalne zdorovia*, 1 (15), 59–66 [in Ukrainian].
 6. Krut, A.H. (2019). Analiz stanu stomatolohichnoho zdorovia naseleння Ukrainy (ohliad literatury) [Analysis of the state of dental health of the population of Ukraine (literature review)]. *Zbirnyk naukovykh prats spivvrobnykiv NMAPO im. P. L. Shupyka*, (33), 47–56 [in Ukrainian].
 7. Lykhota, K.M., & Vataha, K.A. (2024). Poshyrenist patolohii tkanyn parodonta v ditei iz riznymy typamy patolohichnoho prykusy [Prevalence of periodontal tissue pathology in children with different types of malocclusion]. *Stomatolohichne ta zahalne zdorovia*, 5 (3), 127–134 [in Ukrainian].
 8. Contaldo, M., Lucchese, A., Lajolo, C., et al. (2021). The oral microbiota changes in orthodontic patients and effects on oral health: An overview. *Journal of Clinical Medicine*, 10 (4), 780. <https://doi.org/10.3390/jcm10040780>.
 9. Ravi, N., Geetha, A., Mahendra, A., et al. (2020). Evaluation of the periodontal parameters and red complex microorganisms in patients undergoing orthodontic treatment: A microbiological study. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 24 (1), 317–327.
 10. Khomenko, L.A., Kolenko, Yu.H., Voronyna, I.Ye., & Kananovych, T.N. (2022). Suchasni dani pro rol bioplivky v etiologii ta patogenezi zakhvoriuvan tkanyn parodonta [Modern data on the role of biofilm in the etiology and pathogenesis of periodontal tissue diseases]. *Suchasna stomatolohiia*, (1–2), 38–40 [in Ukrainian].
 11. Papageorgiou, S.N., Xavier, G.M., Cobourne, M.T., & Eliades, T. (2018). Effect of orthodontic treatment on the subgingival microbiota: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 21 (4), 175–185. <https://doi.org/10.1111/ocr.12237>.
 12. Lucchese, A., Bondemark, L., Marcolina, M., & Manuelli, M. (2018). Changes in oral microbiota due to orthodontic appliances: A systematic review. *Journal of Oral Microbiology*, 10 (1), 1476645. <https://doi.org/10.1080/20002297.2018.1476645>.
 13. Jiang, Q., Li, J., Mei, L., et al. (2018). Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *Journal of the American Dental Association*, 149 (8), 712–720. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.04.010>.
 14. Zhang, H., Bi, S., & Zhang, X. (2025). Impact of clear aligners on gingivitis incidence and prevention strategies in adolescents and adults: A prospective observational study. *BMC Oral Health*, 25 (1), 75. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05439-y>.
 15. Martina, S., Rongo, R., Bucci, R., Razonale, A.V., Valletta, R., et D'Antò, V. (2019). In vitro cytotoxicity of different thermoplastic materials for clear aligners. *Angle Orthodontist*, 89 (6), 942–945. <https://doi.org/10.2319/091718-674.1>.
 16. Favero, R., Libralato, L., Balestro, F., Volpato, A., & Favero, L. (2023). Edge level of aligners and periodontal health: A clinical perspective study in young patients. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 28 (1), e2321124. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.28.1.e2321124.oar>.
 17. Bernhardt, O., Krey, K.F., Daboul, A., Völzke, H., Kindler, S., Kocher, T., & Schwahn, C. (2019). New insights in the link between malocclusion and periodontal disease. *Journal of Clinical Periodontology*, 46 (2), 144–159. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13062>.
 18. Al-Jasser, R.N. (2021). The effect of overbite and overjet on clinical parameters of periodontal disease: A case control study. *Saudi Dental Journal*, 33 (4), 201–206. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2020.02.002>.
 19. Liu, Y., Li, C.X., Nie, J., Mi, C.B., & Li, Y.M. (2023). Interactions between orthodontic treatment and gingival tissue. *Chinese Journal of Dental Research*, 26 (1), 11–18. <https://doi.org/10.3290/j.cjdr.b3978667>.
 20. Fastovets, O.O., & Serhiienko, O.I. (2023). Osoblyvosti perebihu zapalno-destruktyvnoho protsesu v tkanynakh parodonta v khvorykh na heneralizovanyi parodontyt, yakym provodytsia ortodontychno likuvannya [Features of the course of the inflammatory-destructive process in periodontal tissues in patients with generalized periodontitis undergoing orthodontic treatment]. *Innovatsii v stomatologii*, (1), 34–41 [in Ukrainian].
 21. Kovach, I.V., Kopchak, O.V., Buniatian, K.A., Kryachkova, L.V., Alekseenko, N.V., & Byndiuhin, A.Yu. (2022). Prohnostychna model vynykennia rannoho zapalennia v tkanynakh parodonta v patsiiienty z ortodontychnymy konstruksiiamy za biokhimichnymy pokaznykamy rotovoi ridyny [Prognostic model of early inflammation occurrence in periodontal tissues in patients with orthodontic appliances based on biochemical indicators of oral fluid]. *Medychni perspektyvy*, 27 (1), 145–151 [in Ukrainian].
 22. Kovach, I.V., & Hutarova, N.V. (2020). Dynamika antymikrobynykh peptydiv v porozhnyni rota pry zapalnykh zakhvoriuvanniakh parodontu na tli ortodontychoho likuvannya [Dynamics of antimicrobial peptides in the oral cavity in inflammatory periodontal diseases against the background of orthodontic treatment]. *Visnyk stomatologii*, 36 (2), 58–61 [in Ukrainian].
 23. Menéndez López-Mateos, C., Menéndez López-Mateos, M.L., Aguilar-Salvatierra, A., Gómez-Moreno, G., Carreño, J.C., Khaldy, H., et Menéndez-Núñez, M. (2022). Salivary markers of oxidative stress in patients undergoing orthodontic treatment with clear aligners versus self-ligating brackets: A non-randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11 (12), 3531. <https://doi.org/10.3390/jcm11123531>.
 24. Almansob, Y.A., Alhammadi, M.S., Luo, X.J., et al. (2021). Comprehensive evaluation of factors that induce gingival enlargement during orthodontic treatment: A cross-sectional comparative study. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 24 (11), 1649–1655.
 25. Hussain, U., Alam, S., Rehman, K., et al. (2023). Effects of chlorhexidine use on periodontal health during fixed appliance orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 45 (1), 103–114. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjac044>.
 26. Trubka, I.O., Savychuk, N.O., & Tsyhanko, I.R. (2018). Obgruntuvannya vykorystannia probiotyky, yakyi mistyt shtamy *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 ta ATSS

- PTA 5289, u ditei iz khronichnym heneralizovanim kataralnym hinhivitom [Substantiation of the use of a probiotic containing strains of *Lactobacillus reuteri* DSM 17938 and ATCC PTA 5289 in children with chronic generalized catarrhal gingivitis]. *Sovremennaya pediatriya*, (3), 119–125 [in Ukrainian].
27. Symonenko, R.V. (2024). Analiz klinichnoi efektyvnosti probiotyktiv z rodu *Bacillus* pid chas ortodontychnoi korektsii u patsientiv z khronichnym parodontytom dlia znyzhennia ryzykiv uskladnen [Analysis of the clinical efficacy of probiotics of the genus *Bacillus* during orthodontic correction in patients with chronic periodontitis to reduce the risks of complications]. *Suchasna stomatolohiia*, (6), 87–92 [in Ukrainian].
28. Drevnitska, R.O., Avdieiev, O.V., & Kurii, S.P. (2022). Pidvyshchennia efektyvnosti profilaktyky zapalnykh zakhvoriuvan parodonta [Improving the effectiveness of prevention of inflammatory periodontal diseases]. *Klinichna stomatolohiia*, (1), 28–37 [in Ukrainian].
29. Holovko, D.R., Holovko, O.S., Marchenko, A.V., & Khmil, T.A. (2020). Otsinka efektyvnosti metodiv profesiinoi hihieny porozhnyny rota pid chas ortodontychnoho likuvannia [Evaluation of the effectiveness of methods of professional oral hygiene during orthodontic treatment]. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny*, 20 (3), 47–50 [in Ukrainian].
30. Abellán, R., Gómez, C., Iglesias-Linares, A., & Palma, J.C. (2019). Impact of photodynamic therapy versus ultrasonic scaler on gingival health during treatment with orthodontic fixed appliances: Randomized controlled trial. *Lasers in Surgery and Medicine*, 51 (3), 256–267. <https://doi.org/10.1002/lsm.23035>.
31. Trubka, I.O. (2018). Biokhimichni pokaznyky rotovoi ridyny v ditei shkilnoho viku pry poiednanomu perebihu kariiesu i khronichnoho heneralizovanoho kataralnoho hinhivitu pid vplyvom likuvalno-profilaktychnoho kompleksu [Biochemical indicators of oral fluid in school-age children with a combined course of caries and chronic generalized catarrhal gingivitis under the influence of a treatment and prophylactic complex]. *Zdorovia dytyny*, 13 (3), 269–273 [in Ukrainian].
32. Udod, O.A., & Dramaretska, S.I. (2022). Hihienichnyi stan porozhnyny rota u ditei z ortodontychnoiu patolohieiu [Hygienic state of the oral cavity in children with orthodontic pathology]. *Visnyk stomatolohii*, 45 (3), 117–122 [in Ukrainian].