

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 Спїрїто (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, Cannatà 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 orthodontic techniques, 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