

**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](mailto: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 $\beta$  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 ( $\geq 20$ –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 $\beta$ , 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 ( $\geq 20$ –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 атчментів (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 $\alpha$ ), CCL4 (макрофагальний запальний протеїн-1 $\beta$ ), 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  $\geq 20$ –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, Chapovskiy 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](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Usa_2021_4_9) [in Ukrainian]
3. Nomerovska O, Karman A, Horokhivskiy V, et al. Pro neobkhidnist 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