

Клітинська Оксана Василівна,

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри стоматології післядипломної освіти,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ORCID ID: 0000-0001-9969-2833

SCOPUS ID: 57193120681

м. Ужгород, Україна

Китастий Олексій Ігорович,

аспірант кафедри стоматології післядипломної освіти,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ORCID ID: 0009-0009-2041-3359

м. Ужгород, Україна

Одноралов Антон Ігорович,

аспірант кафедри терапевтичної стоматології,
Національний медичний університет охорони здоров'я України
імені П.Л. Шупика

ORCID ID: 0009-0003-9343-5280

м. Київ, Україна

Хащевацький Андрій Вікторович,

аспірант кафедри терапевтичної стоматології,
Національний медичний університет охорони здоров'я України
імені П.Л. Шупика

ORCID ID: 0009-0002-5871-5642

м. Київ, Україна

Мартиць Юрій Миколайович,

кандидат медичних наук,
доцент кафедри дитячої стоматології,
Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського

ORCID ID: 0000-0002-9222-5017

м. Тернопіль, Україна

Мартиць Остап Юрійович,

здобувач вищої освіти стоматологічного факультету,
Тернопільський національний медичний університет
імені І.Я. Горбачевського

ORCID ID: 0009-0002-6015-8435

м. Тернопіль, Україна

АНАЛІЗ ЗМІН ПОРОЖНИНИ РОТА ПРИ ОРТОДОНТИЧНОМУ ЛІКУВАННІ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ БРЕКЕТ-СИСТЕМ

Вступ. Застосування незнімної ортодонтичної апаратури за показами є ефективним сучасним методом лікування зубо-щелепних аномалій та деформацій, проте постійне тривале перебування в порожнині рота призводить до змін хімічного складу ротової рідини та мікробіому.

Мета дослідження – аналіз літературних джерел, котрий стосується змін в порожнині рота при лікуванні незнімною ортодонтичною апаратурою. Матеріали та методи. Проведений пошук наукових досліджень, котрі містяться в базах даних PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar та стосується впливу незнімної ортодонтичної апаратури на тверді тканини зубів. Результат. Незнімна ортодонтична апаратура постійно перебуває в порожнині рота пацієнтів, що спричиняє порушення способу життя, змінює гігієнічний статус, особливо в перші тижні лікування, змінює співвідношення компонентів мікрофлори порожнини рота, елементи апаратури як ретенційні пункти (брекети, дуги, лігатури, пружини, кільця) стають сприяють накопиченню зубних відкладень, тривала дія зубного нальоту спричиняє зміщенню рН нальоту в кислу сторону, що призводить до порушення обмінних процесів рета демінералізації на поверхні емалі зі зміщенням в сторону демінералізації з подальшим утворенням дефектів.

© Клітинська О. В., Китастий О. І., Одноралов А. І. та ін., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Висновки. Ортодонтичне лікування незнімними конструкціями повинно проводитися з врахування рівня резистентності емалі зубів, карієсогенної ситуації в порожнині рота, мікробних аспектів та агресивності зубного нальоту. Особливу увагу слід звертати на індивідуальну гігієну порожнини рота з пацієнт-орієнтованим індивідуалізованим підбором методів та засобів гігієни та психологічних особливостей пацієнта.

Ключові слова: брекет-системи, ортодонтичне лікування, мікробіом порожнини рота, демінералізація емалі при лікуванні брекет-системати, ускладнення при ортодонтичному лікуванні.

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

Kytastyi Oleksii Ihorovich, Postgraduate Student at the Department of Dentistry of Postgraduate Education, Uzhhorod National University, ORCID ID: 0009-0009-2041-3359, Uzhhorod, Ukraine

Odnorolov Anton Igorovich, Postgraduate Student at the Department of Therapeutic Dentistry, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, ORCID ID: 0009-0003-9343-5280, Kyiv, Ukraine

Khashchevatskyi Andrii Viktorovich, Postgraduate Student at the Department of Therapeutic Dentistry, Shupyk National Healthcare University of Ukraine, ORCID ID: 0009-0002-5871-5642, Kyiv, Ukraine

Martyts Yuriy Mykolayovych, Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor at the Department of Pediatric Dentistry, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, ORCID ID: 0000-0002-9222-5017, Ternopil, Ukraine

Martyts Ostop Yuriyovych, Higher Education Applicant at the Faculty of Dentistry, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, ORCID ID: 0009-0002-6015-8435, Ternopil, Ukraine

ANALYSIS OF CHANGES IN THE ORAL CAVITY DURING ORTHODONTIC TREATMENT USING BRACES

Introduction. The use of fixed orthodontic appliances is considered an effective modern method of treating dento-maxillary anomalies and deformations, however, their constant long-term stay in the oral cavity leads to changes in the chemical composition of the oral fluid and microbiome.

The aim of the study is to analyze literary sources concerning changes in the oral cavity during treatment with fixed orthodontic appliances.

Materials and methods. A search was conducted for scientific studies contained in the PubMed, Scopus, Web of Science and Google Scholar databases and related to the impact of fixed orthodontic appliances on hard dental tissues.

The results. Fixed orthodontic appliances are constantly in the oral cavity of patients, which causes lifestyle disorders, changes the hygienic status, especially in the first weeks of treatment, changes the ratio of components of the oral microflora, elements of the apparatus as retention points (braces, arches, ligatures, springs, rings) become conducive to the accumulation of dental deposits, the prolonged action of dental plaque causes a shift in the pH of the plaque to the acidic side, which leads to a disruption of the metabolic processes of re- and demineralization on the enamel surface with a shift towards demineralization with subsequent formation of defects.

Conclusion. Orthodontic treatment with fixed structures should be carried out taking into account the level of resistance of tooth enamel, the cariogenic situation in the oral cavity, microbial aspects, and the aggressiveness of dental plaque. Particular attention should be paid to individual oral hygiene with patient-oriented individualized selection of hygiene methods and means and the psychological characteristics of the patient.

Key words: braces, orthodontic treatment, oral microbiome, enamel demineralization during braces treatment, complications during orthodontic treatment.

Вступ. За даними провідних дослідників, ортодонтична патологія різного ступеня тяжкості зустрічається від 40% до 85% серед дітей та підлітків, хоча різні дослідження дають дещо різні показники, які коливаються в Україні в межах від 65,70% до 83,33%. Сучасним ефективним методом лікування зубо-щелепних аномалій та деформацій є застосування незнімної апаратури, зокрема брекет-систем різних конструктивних особливостей та виготовлених з різних матеріалів. Незнімна ортодонтична апаратура постійно перебуває в порожнині рота пацієнтів, що спричиняє порушення способу життя, змінює гігієнічний статус, особливо в перші тижні лікування, змінює співвідношення компонентів мікрофлори порожнини рота, елементи апаратури як ретенційні пункти (брекети, дуги, лігатури, пружини, кільця) стають сприяють накопиченню зубних відкладень, тривала дія зубного нальоту спричиняє зміщення рН нальоту в кислу сторону, що призводить до порушення обмінних процесів ре- та

демінералізації на поверхні емалі зі зміщенням в сторону демінералізації з подальшим утворенням дефектів. [29, 30].

Мета дослідження – аналіз літературних джерел, котрий стосується змін в порожнині рота при лікуванні незнімною ортодонтичною апаратурою.

Матеріали та методи. Проведений пошук наукових досліджень, котрі містяться в базах даних PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar за пошуковими конструкціями: «брекет-системи», «ортодонтичне лікування», «мікробіом порожнини рота», «демінерація емалі при лікуванні брекет-системати», «ускладнення при ортодонтичному лікуванні».

Основний матеріал. Проблема виникнення та профілактики ускладнень зі сторони твердих тканин зубів, тканин пародонта та запальних захворювань слизової оболонки порожнини рота під час та після ортодонтичного лікування незнімними конструкціями є актуальною та вивчена відомими науковцями.

Так, Antonova I.N. та співавт. та Chauhan A. та співавт. проводили оцінку стану твердих тканин зубів у пацієнтів після ортодонтичного лікування та виявили невідповідне підвищення інтенсивності карієсу зубів за рахунок каріозних уражень у групі лікування (14,6%), ніж у контрольній групі (9,8%), ($p = 0,15$). Стоматологічні огляди з інтервалом у шість місяців продемонстрували пряму залежність захворюваності на карієс та тривалості лікування в обох групах, при цьому вірогідних відмінностей між групами не спостерігалося. [1, 3].

Професор Філімонов Ю.В. при проведенні біохімічних дослідженнях ротової рідини через 3 та 6 місяців після початку ортодонтичного лікування у дітей з використанням незнімної та знімної ортодонтичної апаратури знижувалась активність лужної фосфатази, α – амілази та лізоциму, а також концентрації кальцію та фосфору на тлі значного зростання активності протизапального інтерлейкіну IL-1 β та протизапального цитокіну IL-4. Автор зазначив, що використання ортодонтичної апаратури призводить до виникнення запального процесу в порожнині рота, що визначається біохімічними характеристиками ротової рідини, причому найбільші зміни параметрів спостерігаються через 6 місяців від початку лікування. [6].

Згідно досліджень провідних науковців, кількісний та якісний склад мікробіому порожнини рота постійно перебуває в динамічному стані та значною мірою впливає на стоматологічний статус людини. Результатом життєдіяльності мікроорганізмів є виділення різних хімічних речовин, котрі впливають на обмінні процеси в ротовій порожнині, до прикладу ліпополісахариди клітинної стінки мікроорганізмів здібні активувати синтез та секрецію лейкоцитарних цитокинів, простагландинів, макрофагів та гідролітичних ензимів, котрі відомі як найважливіші етіопатогенетичні фактори виникнення захворювань твердих тканин зубів та пародонта [14, 33, 39].

Мікробіом порожнини рота існує у вигляді біоплівки, утворення та видовий склад якої залежить від фізіологічних особливостей ротової порожнини, стану імунітету слизових оболонок, рівня антитіл і антимікробних факторів у слині [12, 27].

При постійному перебуванні в порожнині рота ортодонтичних конструкцій таких як брекет, змінюється мікробний профіль мікрофлори, та здатний викликати захворювання тканин пародонта [34].

Факторами патогенності мікрофлори порожнини рота є ферменти, що відносяться до протеаз, їх протеолітична активність властива карієсогенним видам стрептококів та негативно впливає на тверді тканини зуба: емаль та дентин [34]. Продукція ферментів-протеаз є показником функціональної компетентності кислотопродукуючих стрептококів, зокрема *S. mutans* та *S. sobrinus* Всі представники мікробіому зубної біоплівки мають властивість продукувати гідролітичні ферменти – амілази, протеази, сіалідази *in vitro* [33].

Дослідження, проведені Мандич О.В. присвячені вивченню протеолітичної активності мікроорганізмів дентальної біоплівки під час ортодонтичного лікування скупченості зубів брекет-системами. Автором

встановлено зменшення протеолітичної активності мікроорганізмів вже на 7 день після фіксації незнімної ортодонтичної апаратури на вільній поверхні зубів та у міжзубних проміжках – у 1,2 рази та ясенних борознах – 1,5 рази. Також встановлена відсутність протеолітичної активності мікроорганізмів у 40,0% зразків біотопів на місці контакту конструктивних елементів брекета з тканинами зуба (у 20,0% зразків у місці контакту брекета з поверхнею зуба ідентифікували 1–2 колонії на см² (+)); проте на вільній поверхні зуба та у ясенних борознах протеолітична активність збільшилася за рахунок зростання кількості 1–2 колоній на см² (+) у 4,0 рази та у 1,5 рази по відношенню до показників до лікування. Отже, на 7 день після фіксації брекет-систем зросла протеолітична активність за рахунок збільшення колоній мікроорганізмів до 5 на см²: у 1,2 рази у міжзубних проміжках, у 1,3 рази у ясенних борознах та до 25,0% у місцях контакту «зуб-брекет-система», в той час, на інших поверхнях зубів протеолітична активність не змінилась. Автори стверджують, що через 7 днів після встановлення брекет-систем суцільний ріст мікроорганізмів з максимальною протеолітичною активністю визначали у 5,0% зразків з міжзубних проміжків та у місцях контакту брекетів з тканинами зуба та у 2,5% – у ясенних борознах [31, 32].

Дослідження Лесіцького М. Ю. присвячені вивченню змін стану стоматологічного статусу пацієнтів, котрі проходять ортодонтичне лікування з використанням брекет-систем. Поява незнімної ортодонтичної апаратури в порожнині рота пацієнтів призводить до порушення способу життя пацієнта, змінюється гігієнічний статус, особливо в перші тижні лікування, змінюється співвідношення компонентів мікрофлори порожнини рота, елементи апаратури як ретенційні пункти (брекети, дуги, лігатури, пружини, кільця) стають сприяють накопиченню зубних відкладень, тривала дія зубного нальоту спричиняє зміщення рН нальоту в кислоту сторону, що призводить до порушення обмінних процесів ре- та демінералізації на поверхні емалі зі зміщенням в сторону демінералізації з подальшим утворенням дефектів [29, 30].

Провідні науковці, зокрема Cunha E.J. та співавт. та Klitinska O.V. та співавт. вказують на розвиток швидкопрогресуючого карієсу зубів під час лікування, що продиктовано наявністю у порожнині рота незнімної апаратури, посиленням впливу патернів місцевих карієсогенних факторів: незадовільна гігієна порожнини рота, зміни мікробіому порожнини рота, порушення мінерального складу та властивостей ротової рідини, порушення структури емалі зубів [4, 23].

Для запобігання виникненню карієсу зубів при лікуванні брекет-системами важливим є застосування усіх методів комплексної профілактики як ендогенної так і екзогенної складової. [21, 22].

Eltayeb M.K. та співавтори встановили, що при фіксації брекет-систем після дебондингу брекетів вогнища демінералізації емалі виникали у 61,4% випадків, що є досить високим показником. Відносно групового розподілу, на іклах вогнища демінералізації були виявлені у 48,1% випадків, на латеральних

різнях у 32,3%; на латеральних різнях та перших пре-молярах у 31,6%; на других премолярах у 27,7%; – на перших молярах у 8,9%. Дослідники стверджують, що досить часто лікування незнімними апаратами розпочинається без врахування рівня карієсрезистентності емалі, без оцінки карієсогенної ситуації в перспективі, змін мікробіому та без врахування агресивності зубного нальоту та психологічних особливостей пацієнта. При плануванні ортодонтчного лікування, важливу роль займає розробка та впровадження профілактичних заходів пролонгованої ремінералізуючої дії на тверді тканини зуба під час всього терміну лікування незнімними, що сприятиме формуванню резистентної емалі. [5].

Ортодонтчне лікування, в деякій мірі, є профілактичним заходом щодо карієсу зубів та захворювань тканин пародонта. Проте, застосування незнімної ортодонтчної апаратури може призводити і до негативних змін [29]. При лікуванні зубощелепних аномалій ортодонтчними апаратами, особливо незнімними, погіршується гігієна порожнини рота [2, 8, 11, 25, 28, 40], можуть розвиваються запальні зміни в тканинах пародонту, в тому числі резорбція коренів зубів [20, 24, 35], дисфункція скроневопідщелепних суглобів [23]. Проте відсоток уражень твердих тканин зуба таких як демінералізація емалі з подальшим утворення дефектів, є достатньо високим саме у пацієнтів, що знаходяться на лікуванні незнімними апаратами [7, 17, 18]. Лікування 196 зубощелепних аномалій із незнімною ортодонтчною апаратурою, особливо в період прорізування зубів, є значним втручанням в сформовану екосистему порожнини рота, спричиняючи кількісні та якісні зміни складу ротової рідини, порушуючи гомеостаз та негативно впливаючи на органи та тканини ротової порожнини [30].

Використання ортодонтчної апаратури може викликати певні хімічні зміни у складі слини [36]. Хоча сьогодні і застосовуються досить хімічно інертні метали і полімерні елементи апаратури відносно безпосереднього впливу на зміни хімічних показників слини, проте компоненти фіксуючої суміші можуть виступати агресивним чинником [26]. Під час ортодонтчного лікування постає питання про визначення певних показників (маркерів), зміни яких можуть сигналізувати про характер викликаних метаболічних порушень [9, 10]. Головним компонентом ротової рідини є слина, тому увага багатьох дослідників скерована на вивчення її хімічного складу при різноманітних станах [19].

Як продукт діяльності відповідних залоз, вона виконує багато функцій, серед яких є захисна та участь у травленні вуглеводів [37].

Тривале використання ортодонтчних конструкцій ускладнює догляд за ротовою порожниною, як наслідок в порожнині рота лишаються неперетравлені вуглеводи, а самі рештки їжі стають субстратом для мікроорганізмів. Бактерії, розкладаючи рештки їжі, виділяють гідролітичні ферменти, відбувається зсув рН у кисле середовище. Створюються умови для розвитку карієсу [37]. Завдяки факторам імунного захисту взагалі і лізоциму зокрема у ротовій порожнині зменшується ріст умовно-патогенної мікрофлори. Тому визначення активності лізоциму є цілком виправданим з метою моніторингу активності захисних систем ротової порожнини [15].

Біохімічний склад слини, який зазнає змін при ортодонтчному лікуванні, можна вважати ініціюючим фактором розвитку патологічних процесів. При початковій стадії каріозного процесу, так як і при гінгівіті, дослідниками було відмічено збільшення вмісту глюкози і лактози, підвищення активності лактатдегідрогенази, лужної фосфатази, зростання вмісту загального білка [16]. Дійсно, в нашому дослідженні відмічено зниження активності амілази при використанні і знімної, і незнімної ортодонтчної апаратури, що приводило до порушення перетравлення вуглеводів та їх накопиченню в порожнині рота. Залишки їжі та надлишок вуглеводів стають благодатним поживним середовищем для умовно-патогенної мікрофлори порожнини рота [13]. Виявлене нами зниження рівня фермента лізоцима, який відповідає за неспецифічний імунний захист тканин ротової порожнини завдяки здатності каталізувати розщеплення мурамової кислоти, трактується як провокуючий фактор для розмноження бактерій [38]. Тому для ранньої діагностики гінгівіту, карієсу, періодонтиту та гіперплазії слизової при використанні знімної та незнімної ортодонтчної апаратури у дітей вважаємо доцільним проводити визначення рівней амілази ті лізоциму слини.

Висновки. Ортодонтчне лікування незнімними конструкціями повинно проводитися з врахування рівня резистентності емалі зубів, карієсогенної ситуації в порожнині рота, мікробних аспектів та агресивності зубного нальоту. Особливу увагу слід звертати на індивідуальну гігієну порожнини рота з пацієнт-орієнтованим індивідуалізованим підбором методів та засобів гігієни та психологічних особливостей пацієнта.

REFERENCES

1. Antonova IN, Goncharov VD, Bobrova EA. Issledovanie ul'trastrukturnogo sostoiianiia tverdykh tkanei zuba pri **eksperimental'nom** modelirovanii ortodonticheskogo lecheniia nes'emnoi apparaturoi. Stomatologiya. 2017; 96 (3): 5–10. <https://doi.org/10.17116/stomat20179635-10>
2. Anuwongnukroh N., Dechkunakorn S., Kanpiputana R. Oral hygiene behavior during fixed orthodontic treatment Dentistry [Internet]. 2017; 7 (10): 1000457. DOI: <http://doi.org/10.4172/2161-1122.1000457>.
3. Chauhan A, Mishra N, Patil D, Shinde Kamble S, Sureshkumar Soni J, Gaikwad SS, Singh, R. Impact of Orthodontic Treatment on the Incidence of Dental Caries in Adolescents: A Prospective Cohort Study. Cureus, 2024; 16 (3): e55898. <https://doi.org/10.7759/cureus.55898>
4. Cunha EJ, Auersvald CM, Deliberador TM, et al. Effects of active oxygen toothpaste in supragingival biofilm reduction: a randomized controlled clinical trial. International Journal of Dentistry. 2019: 1–7.

5. Eltayeb MK, Ibrahim YE, Karim IA, Sanhoury NM. Distribution of white spot lesions among orthodontic patients attending teaching institutes in Khartoum. *BMC Oral Health*. 2017; 17: 88; DOI 10.1186/s12903-017-0380-7.
6. Filimonov Yu. Research of biochemical parameters of oral fluid during orthodontic treatment. *Ukrainian Dental Almanac*. 2018; 2: 21–26.
7. Flis PS, Savychuk OV, Novakovska GV, et al. Fixed orthodontic appliances – a risk factor for the development of diseases of hard dental tissues and periodontal tissues. *Ukrainian Dental Almanac*. 2017; 4: 37–39.
8. Golovko DR, Golovko OS, Marchenko AV, Khmil TA. Assessment of the effectiveness of professional oral hygiene methods during orthodontic treatment. *Current problems of modern medicine: Bulletin of the Ukrainian Medical Stomatological Academy*. 2020; 3 (20): 47–50. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.20.3.47>.
9. Gurenlian JR. The Role of Dental Plaque Biofilm in Oral Health. *J. Dent. Hyg.* 2007 Oct; 81 (5): 424–32.
10. Hanchó OV. Oral liquid lysozyme estimation as criterion of oral cavity natural resistance state. *Aktualni problemy suchasnoi medytsyny*. 2014; 2 (42): 25–27.
11. Holovko NV, Babenko AD. Improved in treatment of chronic hypertrophic gingivitis in orthodontic patients. *Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh*. 2013; 5: 60–62.
12. Hossain MS, Biswas I. An Extracellular Protease, SepM, Generates Functional Competence-Stimulating Peptide in *Streptococcus mutans* UA 159. *J. Bacteriol.* 2012 Nov; 194 (21): 5886–96. DOI: 10.1128/JB.01381-12
13. Hrudianov AY, Isadzhanián KE. [Comparative study of bacterial flora in patients with chronic periodontal diseases assessed by various microbiological methods]. *Stomatologiya*. 2014; 5: 28–31.
14. Huang R, Mingyun Li, Richard L. Bacterial interactions in dental biofilm. *Virulence*. 2011 Sep-Oct; 2 (5): 435–44. DOI: 10.4161/viru.2.5.16140
15. Hutor NS. Characterization of biochemical parameters changes in oral fluid of the patients with alveolitis. *Khirurgichna stomatologiya*. 2013; 3: 56–60.
16. Isaieva NS. Efficiency of schemes in correction of breach of oral microbiota in children. *Sovremennaya stomatologiya*. 2013; 3: 64–66.
17. Karad A, Dhole P, Juvvadi SR. White spot lesions in orthodontic patients: an expert opinion [et al.]. *J. Int. Oral Health*. 2019; 4 (11): 172–180.
18. Karadas M., Cantekin K., Celikoglu M. Effects of orthodontic treatment with a fixed appliance on the caries experience of patients with high and low risk of caries. *J. Dent. Sci.* 2011; 6: 195–199
19. Kaskova LF, Novikov JeM. Dynamics activity of lysozyme and urease in oral fluid of children with chronic catarrhal gingivitis. *Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh*. 2013; 1: 84–87.
20. Kaygisiz E, Uzuner FD, Yuksel S, et al. Effect of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthod.* 2015; 3 (85): 468–473.
21. Klitynska OV, Shetelya VV. Obhruntuvannia vyboru plombuvalnogo materialu z urakhuvanniam stupeniu karierezystentnosti emali zubiv u ditei. *Ukraina. Zdorovia natsii. – Ukraine. Health of the nation*. 2019; 1 (54): 150–3. <https://doi.org/10.24144/2077-6594.1.0.2019>
22. Klitynska OV, Stishkovskyy AV, Hasiuk NV, Avetikov DS. Statistical analysis of the impact of clusters on caries prevalence and intensity in children aged 6–7 with different somatic health statuses. *Wiadomości lekarskie*. 2020; 3 (LXXIII): 434–40. <https://doi.org/10.36740/WLek202003104>
23. Klitynska OV, Zorivchak TI. Retrospective analysis of the prevalence of caries of primary teeth and its complications in children of the Transcarpathian region. *Journal of Dentistry*. 2022; 3 (45,120): 98–103.
24. Kostenko EYa, Melnyk VS, Gorzov LF. The influence of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues (literature review). *Young scientist*. 2016; 12: 311–315.
25. Kovach IV, Gutarova NV. Oral hygiene status in young people with orthodontic structures. *Bulletin of Marine Medicine*. 2020; 1: 81–86. DOI: 10.5281/zenodo.3773156
26. Labunets VA. The condition and trends in the development of dental orthopedic care in young people. *Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh*. 2013; 5: 85–88.
27. Ledger RG, Madhwani T, McBain AJ. An in vitro evaluation of hydrolytic enzymes as dental plaque control agents. *J. Med. Microbiol.* 2009 Apr; 58 (4): 482–91. DOI: 10.1099/jmm.0.006601-0
28. Lee J H, Abdullah AA, Yahya NA. Oral hygiene practices among fixed orthodontic patients in a University dental setting. *Int. J. Oral Dent. Health*. 2016; 2: 1–4.
29. Lesitsky MYu. Clinical evaluation of the effectiveness of preventive measures aimed at increasing enamel resistance in children with dentofacial anomalies during treatment with fixed orthodontic appliances. *Journal of Dentistry*. 2022; 4 (121): 79–85.
30. Lesitskyi MYu. Justification of the increase in the resistance of tooth enamel in children during the treatment of dentofacial anomalies with fixed orthodontic appliances. *Lviv: Danylo Halytskyi National Medical University*. 2023.
31. Liubarets SF. Predicting the development of caries as a complication of disturbances in tooth formation in children. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*. 2018; 1 (1, 142): 367–370. DOI: 10.29254/2077-4214-2018-1-1-142-370-374 Available from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpbm_2018_1%281%29_81
32. Mandych OV. Dynamics of changes in the proteolytic activity of dental biofilm due to orthodontic treatment with a bracket system. *Bulletin of Problems of Biology and Medicine*. 2018; 1 (142): 370–374. DOI: 10.29254/2077-4214-2018-1-1-142-370-374
33. Marsh PD. Dental plaque as a biofilm and a microbial community – implications for health and disease. *BMC Oral Health*. 2006 Jun 15; 6 (1): 1–14. DOI: 10.1186/1472-6831-6
34. Nikesh N, Shetty A, Gupta N, Gupta A, Jalan V, Sharma R. Orthodontic bracket designs and their impact on microbial profile and periodontal disease: a clinical trial. *J. Orthod. Sci.* 2014 Oct-Dec; 3 (4): 125–31. DOI: 10.4103/2278-0203.143233

-
35. Pachevska AV, Filimonov YV. Complications in orthodontic treatment of dentofacial anomalies in children (literature review). Ukrainian Dental Almanac. 2017; 2: 79–83.
36. Pachevska AV, Filimonov YV, Filimonov VYu, Dudik OP [and others]. Clinical and laboratory assessment the levels of oral hygiene, total protein, hydrogen sulfide and nitrogen metabolites in oral fluid in the development of inflammatory complications during orthodontic treatment of children. Wiadomosci Lekarskie. 2019; 5 (72): 744–747 Available from: <https://dspace.vnmue.edu.ua/123456789/9513>
37. Romanenko EH. Influence of the interaction of nonspecific protective factors of oral fluid on the parsing of periodontal tissues in children. Ukrainskyi stomatolohichnyi almanakh. 2013; 1: 96–99.
38. Shabani LF, Begzati A, Dragidella F. et al. The correlation between DMF and OHI-S Index among 10–15 Years Old Children in Kosova. Journal of Dental and Oral Health. 2015; Vol. 1, Issue 1 Available from: <https://www.Scientonline.org>.
39. Sousa LF, Barbosa-Martins FD, Nascimento RM. Proteolytic activity of dentin caries-like lesions. Dent. Math. 2016 Feb; 32 (1): 55.
40. Udod OA, Dramaretska SI. Hygienic condition of the oral cavity in children with orthodontic pathology. Bulletin of Dentistry. 2022; 3: 117–122. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2022-45-3.20>

Дата надходження статті: 15.08.2025

Дата прийняття статті: 30.08.2025

Опубліковано: 01.10.2025