

УДК [616-053.5+616-003.663.4]:616.31-08-039.71  
DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2026-59-1.11>

**Д.С. Шнайдер,**

аспірант,

Одеський національний медичний університет,  
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,  
індекс 65082,  
[shnaider.d.stomat@gmail.com](mailto:shnaider.d.stomat@gmail.com),  
<https://orcid.org/0009-0001-5936-6547>

**А.Е. Деньга,**

доктор медичних наук,

старший науковий співробітник,

Державна установа «Інститут стоматології  
та щелепно-лицевої хірургії Національної академії  
медичних наук України»,  
вул. Рішельєвська, 11, м. Одеса, Україна, індекс 65026,  
[anastasiadenga@gmail.com](mailto:anastasiadenga@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-1633-1344>

**О.Л. Заградська,**

кандидат медичних наук, доцент,

Одеський національний медичний університет,  
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,  
індекс 65082,  
[elena.zagrad@gmail.com](mailto:elena.zagrad@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-8637-7057>

**Д.Д. Жук,**

кандидат медичних наук, асистент,

Одеський національний медичний університет,  
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,  
індекс 65082,  
[zhukdimdimych@gmail.com](mailto:zhukdimdimych@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-6341-1603>

**Л.Ч. Майборода,**

асистент,

Одеський національний медичний університет,  
Валіховський провулок, 2, м. Одеса, Україна,  
індекс 65082,  
[happines930@gmail.com](mailto:happines930@gmail.com),  
<https://orcid.org/0009-0008-0367-463X>

## ОЦІНКА СИСТЕМИ «АНТИОКСИДАНТНИЙ ЗАХИСТ – ПЕРЕКИСНІ ПРОЦЕСИ» В РОТОВІЙ РІДИНІ ДІТЕЙ ІЗ ФЛЮОРОЗОМ У ДИНАМІЦІ КОМПЛЕКСНОГО ОРТОДОНТИЧНОГО ЛІКУВАННЯ

Ендемічний флюороз у дітей супроводжується порушенням структури емалі, зниженням її резистентності та підвищенням ризику стоматологічних ускладнень під час ортодонтичного лікування. Особливого значення в таких умовах набуває оцінка стану ротової рідини, зокрема системи «антиоксидантний

захист – перекисні процеси», яка відображає рівень оксидативного навантаження й адаптаційні можливості тканин порожнини рота. **Мета дослідження.** Оцінка впливу розробленого лікувально-профілактичного комплексу на стан антиоксидантно-прооксидантного індексу в ротовій рідині дітей з ендемічним флюорозом та ортодонтичною патологією в динаміці комплексного ортодонтичного лікування. **Матеріали та методи.** Обстежено 25 дітей 6–7 років: основна група ( $n = 13$ ) отримувала розроблений комплекс разом із санацією та професійною гігієною; група порівняння ( $n = 12$ ) – лише стандартні профілактичні заходи. Розраховували антиоксидантно-прооксидантний індекс у нестимульованій ротовій рідині на етапах: до лікування, перед фіксацією брекетів, через 1, 6 та 12 місяців. Статистично значущі відмінності між альтернативними кількісними ознаками з розподілом, відповідним нормальному закону, оцінювали за допомогою  $t$ -критерію Стьюдента. Різницю вважали статистично значущою за рівня  $p < 0,01$ . **Результати дослідження.** На вихідному етапі у дітей обох груп встановлено значне зниження антиоксидантно-прооксидантного індексу ротової рідини порівняно з референтними значеннями, що свідчило про зміщення рівноваги в бік активації перекисного окиснення ліпідів. У групі порівняння після проведення професійної гігієни спостерігалася тимчасове підвищення АПІ до  $5,0 \pm 0,28$  ум. од., однак у подальшому показник поступово знижувався і через 12 місяців становив  $2,10 \pm 0,18$  ум. од. В основній групі застосування лікувально-профілактичного комплексу забезпечило достовірне зростання АПІ: перед фіксацією брекетів – до  $8,69 \pm 0,42$  ум. од., через 1 місяць – до  $12,0 \pm 0,87$  ум. од., через 6 місяців – до  $17,64 \pm 1,28$  ум. од., а через 12 місяців – до  $13,15 \pm 1,10$  ум. од. **Висновки.** Розроблений лікувально-профілактичний комплекс сприяє нормалізації антиоксидантно-прооксидантного балансу ротової рідини у дітей з ендемічним флюорозом під час ортодонтичного лікування, що підтверджує його антиоксидантну дію та доцільність застосування для підвищення місцевої резистентності порожнини рота.

**Ключові слова:** флюороз зубів, ротова рідини, діти, динамічні спостереження, біохімічні маркери, ортодонтичне лікування.

**D.S. Shnaider,**

Postgraduate Student,

Odesa National Medical University,  
2 Valikhovsky lane, Odesa, Ukraine, postal code 65082,  
[shnaider.d.stomat@gmail.com](mailto:shnaider.d.stomat@gmail.com),  
<https://orcid.org/0009-0001-5936-6547>

**A.E. Dienga,**

Doctor of Medical Sciences, Professor,

State Establishment “The Institute of Stomatology  
and Maxillo-facial Surgery National Academy  
of Medical Sciences of Ukraine”,

11 Risheliyevska street, Odesa, Ukraine, postal code 65026,  
[anastasiadenga@gmail.com](mailto:anastasiadenga@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-1633-1344>

**O.L. Zahradka,**

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor,  
Odesa National Medical University,  
2 Valikhovsky lane, Odesa, Ukraine, postal code 65082,  
elena.zagrad@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0002-8637-7057>

**D.D. Zhuk,**

Candidate of Medical Sciences, Assistant,  
Odesa National Medical University,  
2 Valikhovsky lane, Odesa, Ukraine, postal code 65082,  
zhukdimdimych@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0002-6341-1603>

**L.Ch. Maiboroda,**

Assistant,  
Odesa National Medical University,  
2 Valikhovsky lane, Odesa, Ukraine, postal code 65082,  
happines930@gmail.com,  
<https://orcid.org/0009-0008-0367-463X>

**ASSESSMENT OF THE "ANTIOXIDANT  
DEFENSE-PEROXIDE PROCESSES"  
SYSTEM IN THE ORAL FLUID  
OF CHILDREN WITH FLUOROSIS  
DURING COMPREHENSIVE  
ORTHODONTIC TREATMENT**

*Endemic fluorosis in children is accompanied by impaired enamel structure, reduced enamel resistance, and an increased risk of dental complications during orthodontic treatment. Under such conditions, assessment of the oral fluid status, particularly the "antioxidant defense- peroxide processes" system, becomes especially important, as it reflects the level of oxidative load and the adaptive capacity of oral tissues. The purpose of the study was to evaluate the effect of the developed therapeutic and prophylactic complex on the antioxidant-prooxidant index in the oral fluid of children with endemic fluorosis and orthodontic pathology during comprehensive orthodontic treatment. Materials and methods. Twenty-five children aged 6–7 years were examined. The study group (n = 13) received the therapeutic-preventive complex in addition to routine sanitation and professional oral hygiene, whereas the comparison group (n = 12) underwent standard preventive procedures only. The antioxidant-prooxidant index was calculated in unstimulated oral fluid at the following stages: before treatment, before bracket fixation, and after 1, 6, and 12 months. A statistically significant difference between alternative quantitative features with a distribution corresponding to the normal law was evaluated using Student's t-test. The difference was considered statistically significant at  $p < 0.01$ . Research results. At baseline, children in both groups showed a marked decrease in the antioxidant-prooxidant index of oral fluid compared with reference values, indicating a shift in the balance toward activation of lipid peroxidation. In the comparison group, after professional oral hygiene, a temporary increase in the API to  $5.0 \pm 0.28$  arbitrary units was observed; however, the value subsequently decreased gradually and reached  $2.10 \pm 0.18$  arbitrary units after*

*12 months. In the main group, the use of the therapeutic and prophylactic complex ensured a significant increase in the API: before bracket fixation, it increased to  $8.69 \pm 0.42$  arbitrary units; after 1 month, to  $12.0 \pm 0.87$  arbitrary units; after 6 months, to  $17.64 \pm 1.28$  arbitrary units; and after 12 months, to  $13.15 \pm 1.10$  arbitrary units. Conclusions. The developed therapeutic and prophylactic complex contributes to the normalization of the antioxidant – prooxidant balance of oral fluid in children with endemic fluorosis during orthodontic treatment, which confirms its antioxidant effect and the feasibility of its application to enhance the local resistance of the oral cavity.*

**Key words:** dental fluorosis, oral fluid, children, dynamic observations, biochemical markers, orthodontic treatment.

Ендемічний флюороз у дітей залишається однією з актуальних проблем дитячої стоматології, оскільки формується внаслідок надлишкового фторидного навантаження в період розвитку твердих тканин зуба і супроводжується не лише зовнішніми змінами емалі, а й глибшими порушеннями її структури. Клінічний спектр флюорозу охоплює плямистість, пігментацію, пористість і дефекти поверхні, а сучасні огляди підкреслюють, що вплив цього стану виходить за межі суто естетичної проблеми. За даними новітніх досліджень, зв'язок між вираженістю флюорозу та якістю життя, пов'язаною зі здоров'ям порожнини рота, є неоднорідним, однак у дітей і підлітків із помітними емалевими змінами частіше фіксують емоційний дискомфорт, соціальну невпевненість і негативне сприйняття власного стоматологічного статусу [1; 2]. У зв'язку із цим флюороз слід розглядати як стан, що має одночасно морфологічний, функціональний і психосоціальний виміри [1–3].

Особливої ваги ця проблема набуває в ортодонтічній практиці. Структурно змінена флюорозна емаль є складним субстратом для адгезивних втручань, а отже, потребує більш зваженого підходу до фіксації ортодонтічної апаратури, профілактики ятрогенних ушкоджень і збереження поверхневої цілісності зуба. У сучасній літературі наголошується, що тяжкість флюорозу може впливати на передбачуваність адгезії, тоді як для більш виражених форм часто необхідні додаткові підготовчі або підсилювальні заходи для забезпечення надійного зв'язку з емаллю [3]. Водночас нові дослідження, присвячені слиновому протеому за наявності тяжкого флюорозу, показали зміни білкового профілю ротової рідини та зменшення представленості білків, асоційованих із місцевим імунним захистом, що свідчить про порушення орального гомеостазу за цієї патології не лише на рівні емалі, а й на рівні біологічного середовища

ротової порожнини [4]. Отже, у разі поєднання флюорозу з аномаліями прикусу об'єктом клінічної уваги має бути не тільки тверда тканина зуба, а й функціональний стан ротового середовища загалом [3; 4].

Саме тому ортодонтичне лікування дітей із флюорозом повинно оцінюватися в ширшому патогенетичному контексті. Фіксовані апарати створюють додаткові ретенційні зони для біоплівки, змінюють мікробний ландшафт порожнини рота й підвищують імовірність початкової демінералізації емалі та запальних змін у тканинах ясен. Систематичні огляди останніх років показують, що білі плями навколо брекетів є одним із найтипівіших побічних ефектів лікування, а найпоширеніше описаними факторами ризику залишаються недостатня гігієна ротової порожнини та більша тривалість ортодонтичної терапії [5]. Окремо підкреслюється, що наявність ортодонтичних конструкцій сприяє накопиченню мікроорганізмів у пародонтальному середовищі й полегшує формування умов для дисбіотичних змін [6]. Українські публікації, присвячені гінгівіту, асоційованому з біоплівкою, також акцентують увагу на тому, що в дитячому та підлітковому віці контроль біоплівки, професійна гігієна та патогенетично обґрунтована профілактика є ключовими елементами запобігання запальним ускладненням [12]. Зі свого боку, систематичний огляд щодо використання фторидних ополіскувачів і новітній експертний консенсус із профілактики демінералізації під час ортодонтичного лікування підтверджують доцільність комплексного профілактичного супроводу пацієнтів із фіксованою апаратурою [14; 15].

Разом із цим ортодонтичне переміщення зубів є не механічним, а біологічно опосередкованим процесом, у якому провідну роль відіграють локальні запально-ремоделювальні реакції в тканинах пародонта й альвеолярної кістки. Сучасні дані свідчать, що ротова рідина і ясенева рідина є інформативними й неінвазивними середовищами для моніторингу цитокінів, матриксних металопротеїназ і маркерів кісткового метаболізму впродовж ортодонтичного лікування [7; 8]. Систематичний огляд, присвячений змінам слинових біомаркерів у дітей та підлітків під час переміщення зубів, показав, що такі показники можуть відображати больову, стресову та запальну відповідь на лікування [7]. Водночас клінічне дослідження із серійним визначенням біомаркерів у ротовій рідині та ясенній рідині

продемонструвало підвищення рівнів IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , MMP-8, MMP-9 та змін співвідношення RANKL/OPG у динаміці активної фази лікування, що підтверджує можливість використання цих середовищ для оцінки тканинної відповіді на ортодонтичне навантаження [8]. Таким чином, біохімічний моніторинг у динаміці є важливою складовою персоналізованого супроводу ортодонтичного пацієнта [7; 8].

Однак запальна відповідь під час ортодонтичного лікування не може бути повноцінно охарактеризована без оцінки редокс-стану ротової порожнини. Упродовж останніх років окиснювальний стрес дедалі частіше розглядається як один із ключових механізмів, що поєднує тканинне ремоделювання, запалення й ушкодження. Систематичний огляд, присвячений окиснювальному стресу в ортодонтії, вказує, що застосування апаратури асоціюється з активацією прооксидантних процесів, а також з інтересом до засобів, здатних модулювати локальний редокс-баланс [9]. Клінічні дослідження показали, що вже на ранніх етапах лікування в слині можуть зростати маркери окисдативного навантаження, зокрема продукти окисного ушкодження білків, навіть якщо окремі інтегральні антиоксидантні показники не зазнають різких змін [10]. Додатково встановлено, що тип ортодонтичного апарата супроводжується змінами низки фізико-хімічних, біохімічних і окиснювальних параметрів ротової рідини, що ще раз підкреслює її високу чутливість до ятрогенних впливів [9; 10]. На цьому тлі ротова рідина постає не лише як зручний біоматеріал, а як середовище, що віддзеркалює адаптаційні можливості тканин порожнини рота у відповідь на ортодонтичне втручання [9; 10].

Не менш важливо, що у дітей із запальними захворюваннями тканин пародонта вже продемонстровано порушення антиоксидантної ланки захисту ротової рідини. Зокрема, у дітей та підлітків із гінгівітом виявлено нижчі показники каталази та загальної антиоксидантної здатності слини порівняно зі здоровими ровесниками [11]. Українські автори наголошують, що гінгівіт, асоційований із біоплівкою, у дитячому віці потребує не лише клінічного, а й біохімічного контролю, оскільки тривале запалення може змінювати локальний метаболічний баланс ротової рідини [12]. У вітчизняних дослідженнях дітей із хронічним катаральним гінгівітом, зокрема за наявності супутнього цукрового діабету 1-го типу, також описано зміщення рівноваги в бік вільнорадикального окиснення й ослаблення

антиоксидантного захисту ротової рідини [13]. Це підсилює аргументацію на користь того, що для дітей з ендемічним флюорозом, які проходять ортодонтичне лікування, оцінка співвідношення між антиоксидантними та прооксидантними процесами має не допоміжне, а патогенетично значуще значення [11–13].

Отже, поєднання ендемічного флюорозу, ортодонтичної патології та тривалого апаратурного лікування формує клінічну ситуацію, у якій ризики демінералізації, біоплівкового запалення та редокс-дисбалансу можуть взаємно потенціювати один одного. За таких умов вивчення показників системи «антиоксидантний захист – перекисні процеси» в ротовій рідині є методологічно й клінічно виправданим, оскільки дає змогу оцінити не лише факт наявності порушень, а й ще їхню динаміку на тлі комплексного лікувально-профілактичного супроводу [5; 9; 14; 15]. Саме тому дослідження змін антиоксидантно-прооксидантної рівноваги в дітей з ендемічним флюорозом у процесі ортодонтичного лікування може розглядатися як важливий крок до патогенетичного обґрунтування індивідуалізованих програм профілактики ускладнень та оптимізації результатів лікування.

**Мета** цього дослідження – оцінити ефект лікувального комплексу препаратів на стан антиоксидантно-прооксидантного індексу в ротовій рідині дітей з ендемічним флюорозом та ортодонтичною патологією.

**Матеріал та методи дослідження.** Біохімічні дослідження ротової рідини проводили у 25 дітей віком 6–7 років з ендемічним флюорозом та ортодонтичною патологією (основна група – 13 осіб, група порівняння – 12 осіб).

Біохімічні дослідження проводили в лабораторії біохімії та віварію ДУ «Інститут стоматології та щелепно-лицьової хірургії Національної академії медичних наук України» (ДУ «ІСЦЛХ НАМН»).

Забір нестимульованої ротової рідини у дітей проводили вранці, натще, після дворазового полоскання рота водою шляхом спльовування в градуйовані центрифужні пробірки через лійку протягом 5 хвилин, якщо об'єм був меншим ніж 3 мл, то час забору продовжували до 10 хв. Пробірки для забору ротової рідини поміщали у стакан із льодом. Перед проведенням біохімічних досліджень ротову рідину центрифугували за 2500 об/хв протягом 20 хвилин, за температури +4 °С. Для біохімічного аналізу використовували супернатант. У дітей

визначали показник антиоксидантного захисту ротової порожнини (за активністю каталази й розрахунку антиоксидантно-прооксидантного індексу, АПІ = Каталаза / МДА · 10) [16].

У дітей групи порівняння проводилися санація порожнини рота та професійна гігієна. Діти основної групи додатково отримували розроблений лікувально-профілактичний комплекс, що передбачав застосування препаратів та заходів, які забезпечують герметизацію пор демінералізованої емалі та блокування дифузії кислот, каталізують утворення фторапатиту й формування кальцій-фторного резервуару, оптимізують кальцій-фосфатний обмін та остеобластичну ремінералізацію, знижують резорбцію кісткової тканини, нормалізують енергетичний і азотний метаболізм, посилюють антиоксидантний захист, забезпечують протизапальний, карієс- та пародонтопротекторний ефекти й підвищують місцеву неспецифічну резистентність.

Під час статистичної обробки отриманих результатів використовувалася комп'ютерна програма STATISTICA 6.1 для оцінки їхньої достовірності та похибок вимірювань. Статистично значущу відмінність між альтернативними кількісними ознаками з розподілом, відповідним нормальному закону, оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента. Різницю вважали статистично значущою за рівня  $p < 0,01$  [17].

**Результати та їх обговорення.** Найбільш чітко ступінь системи «антиоксидантний захист – перекисні процеси» відображає антиоксидантно-прооксидантний індекс, який визначали за співвідношенням активності каталази до вмісту МДА, дані цього АПІ узагальнені в таблиці.

В умовах ендемічного флюорозу в ротовій рідині дітей на вихідному етапі на тлі зниження активності каталази та з одночасним підвищенням рівня МДА статистично значуще збільшився індекс АПІ – у понад 4 рази ( $p < 0,001$ ). Ці зміни підтверджує зсув рівноваги антиоксидантно-прооксидантної системи в напрямі інтенсифікації перекисного окислення ліпідів.

Проведення профілактичних заходів перед фіксацією брекетів достовірно підвищують антиоксидантно-прооксидантний індекс у групі порівняння у 2 рази ( $p < 0,001$ ), а в основній групі – у 2,3 рази ( $p < 0,001$ ). У дітей групи порівняння, яким була проведена гігієна порожнини рота, індекс АПІ був знижений на всіх термінах спостереження та відповідав даним початкового стану. Водночас у дітей основної групи, яким

Таблиця

**Антиоксидантно-прооксидантний індекс у ротовій рідині дітей із флюороозом у динаміці комплексного ортодонтичного лікування, ум. од. (M±m)**

Терміни дослідження	Референтні значення норми	Група порівняння, n = 12	Основна група, n = 13
Вихідний	16,47±1,20	2,50±0,17 p < 0,001	3,82±0,22 p < 0,001 p <sub>2</sub> < 0,001
Перед фіксацією брекетів		5,0±0,28 p < 0,001 p <sub>1</sub> < 0,001	8,69±0,42 p < 0,001 p <sub>1</sub> < 0,001 p <sub>2</sub> < 0,001
Через 1 місяць		3,75±0,20 p < 0,001 p <sub>1</sub> < 0,001	12,0±0,87 p < 0,001 p <sub>1</sub> < 0,001 p <sub>2</sub> < 0,001
Через 6 місяців		3,23±0,18 p < 0,001 p <sub>1</sub> < 0,001	17,64±1,28 p < 0,5 p <sub>1</sub> < 0,001 p <sub>2</sub> < 0,001
Через 12 місяців		2,10±0,18 p < 0,001 p <sub>1</sub> > 0,6	13,15±1,10 p < 0,5 p <sub>1</sub> < 0,001 p <sub>2</sub> < 0,001

Примітка: p – достовірність відмінностей від показника норми;

p<sub>1</sub> – достовірність відмінностей від початкового рівня;

p<sub>2</sub> – достовірність відмінностей між показниками у групах.

додатково призначали профілактичний комплекс, індекс АПІ був вірогідно вищим у динаміці спостережень: через 1 місяць – у 3,1 раза (p<sub>1</sub> < 0,001), через 6 місяців був вищим за показники норми (p < 0,5; p<sub>1</sub> < 0,001), через 12 місяців – у 3,4 раза (p<sub>1</sub> < 0,001) порівняно з даними до лікування.

За результатами проведеного нами дослідження можна констатувати, що лікувально-профілактична терапія, яку застосовували діти основної групи з ендемічним флюороозом на тлі ортодонтичного лікування, сприяла нормалізації показників антиоксидантно-прооксидантної системи, що свідчить про антиоксидантну дію розробленого лікувально-профілактичного комплексу.

**Висновки:**

1. У дітей 6–7 років з ендемічним флюороозом та ортодонтичною патологією на вихідному етапі встановлено виражене порушення системи «антиоксидантний захист – перекисні процеси», що проявлялося різким зниженням антиоксидантно-прооксидантного індексу ротової рідини порівняно з референтними значеннями.

2. Проведення санації порожнини рота та професійної гігієни у дітей групи порівняння сприяло лише короткочасному покращенню показника АПІ перед фіксацією брекетів, однак у подальшій динаміці ортодонтичного лікування його значення залишалися достовірно нижчими за норму.

3. Застосування розробленого лікувально-профілактичного комплексу в дітей основної групи забезпечило більш виражене та стабільне підвищення антиоксидантно-прооксидантного індексу: через 1 місяць показник зростав до 12,0±0,87 ум. од., через 6 місяців досягав 17,64±1,28 ум. од., а через 12 місяців залишався суттєво вищим за вихідний рівень.

4. Отримані результати підтверджують антиоксидантну, карієс- та пародонтопротекторну ефективність запропонованого лікувально-профілактичного комплексу в дітей з ендемічним флюороозом на тлі комплексного ортодонтичного лікування, що обґрунтовує доцільність його використання для профілактики метаболічних і запальних ускладнень у порожнині рота.

**Література:**

1. Montanher P.L., Velasco S.M., Montanher R.C.P., Souza T.M., Mamani M.P., Bastos J.R.M., et al. Impact of dental fluorosis on the oral health-related quality of life: a systematic review. *Clin Oral Investig.* 2024. № 28(11). P. 599. DOI: 10.1007/s00784-024-05991-x.
2. Thilakarathne B.K.G., Ekanayake L., Schensul J.J., Reisine S. Impact of dental fluorosis on the oral health related quality of life of adolescents in an endemic area. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2023. № 13(3). P. 448–452. DOI: 10.1016/j.jobcr.2023.03.015.
3. Alshehri A., Alrasheed F., Alshayea K., Almubarak T. Bonding to fluorosed teeth: a review of

the literature. *Cureus*. 2024. № 16(3). P. e56830. DOI: 10.7759/cureus.56830.

4. Gavila P., Ajrithirong P., Chumnanprai S., KalpongkulN., PisitkunT., ChantarangsuS., et al. Salivary proteomic signatures in severe dental fluorosis. *Sci Rep*. 2024. № 14(1). P. 18372. DOI: 10.1038/s41598-024-69409-0.

5. Hussain U., Wahab A., Kamran M.A., Alnazeh A.A., Almoammar S., Alshahrani S.S.M., et al. Prevalence, incidence and risk factors of white spot lesions associated with orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res*. 2025. № 28(2). P. 379–399. DOI: 10.1111/ocr.12888.

6. Al-Mutairi M.A., Al-Salamah L., Nouri L.A., Altalhi A.M. Microbial changes in the periodontal environment due to orthodontic appliances: a review. *Cureus*. 2024. № 16(7). P. e64396. DOI: 10.7759/cureus.64396.

7. Rodrigues R., Mesquita C.M., Alves H.B.N., Silva F.G., Vieira W.A., Aguiar P.C.S., et al. Changes in salivary biomarkers of pain, anxiety, stress, and inflammation related to tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review. *Dental Press J Orthod*. 2024. № 29(6). P. e242436. DOI: 10.1590/2177-6709.29.6.e242436.oar.

8. Sadeq S.M.A., Al Ansari N., Kadhem Z.K., Hussein H.M. The use of salivary and gingival crevicular fluid biomarkers in predicting orthodontic treatment response. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2025. № 17. P. 499–513. DOI: 10.2147/CCIDE.S552825.

9. Inchingolo F., Inchingolo A.M., Latini G., Ferrante L., Trilli I., Del Vecchio G., et al. Oxidative stress and natural products in orthodontic treatment: a systematic review. *Nutrients*. 2024. № 16(1). P. 113. DOI: 10.3390/nu16010113.

10. Menéndez López-Mateos C., Menéndez López-Mateos M.L., Aguilar-Salvatierra A., Gómez-Moreno G., Carreño J.C., Khaldy H., et al. Salivary markers of oxidative stress in patients undergoing orthodontic treatment with clear aligners versus self-ligating brackets: a non-randomized clinical trial. *J Clin Med*. 2022. № 11(12). P. 3531. DOI: 10.3390/jcm11123531.

11. Tričković Janjić O., Cvetković T., Stojković B., Mladenović R., Janjić Ranković M. A comparative study of antioxidative activity of saliva in children and young teenagers with and without gingivitis. *Medicina (Kaunas)*. 2021. № 57(6). P. 569.

12. Хоменко Л.О., Голубєва І.М. Сучасний науковий підхід до лікування гінгівіту, асоційованого з біоплівкою, у дитячому і підлітковому віці. *Сучасна стоматологія*. 2024. № (1). P. 37–41. DOI: 10.33295/1992-576X-2024-1-37.

13. Kaskova L.F., Honcharenko V.A., Klitynska O.V. Peculiarities of free radical oxidation and antioxidant protection parameters of the oral fluid in children with chronic catarrhal gingivitis with underlying diabetes mellitus. *Wiad Lek*. 2021. № 74(4). P. 887–890. DOI: 10.36740/WLek202104114.

14. Jha A.K., Mahuli A.V., Verma S.K., Kumar S., Prakash O., Ekram S., et al. Effectiveness of fluoride mouthrinse in prevention of demineralization during fixed orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Orthod Sci*. 2024. № 13(1). P. 22. DOI: 10.4103/jos.jos\_116\_23

15. 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). P. 13. DOI: 10.1016/j.advms.2016.11.004.

16. Методи дослідження стану кишечника та кісток у лабораторних щурів : довідник / О. А. Макаренко, та ін. Одеса : Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, 2022. 81 с.

17. Рогач І.М., Керецман А.О., Сіткар А.Д. Правильно вибраний метод статистичного аналізу – шлях до якісної інтерпретації даних медичних досліджень. *Науковий вісник Ужгородського університету*. 2017. Вип. 2. С. 124–28.

#### References:

1. Montanher, P.L., Velasco, S.M., Montanher, R.C.P., Souza, T.M., Mamani, M.P., Bastos, J.R.M., et al. (2024). Impact of dental fluorosis on the oral health-related quality of life: A systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 28(11), 599. DOI: 10.1007/s00784-024-05991-x.

2. Thilakarathne, B.K.G., Ekanayake, L., Schensul, J.J., Reisine, S. (2023). Impact of dental fluorosis on the oral health related quality of life of adolescents in an endemic area. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 13(3), 448–452. DOI: 10.1016/j.jobcr.2023.03.015.

3. Alshehri, A., Alrasheed, F., Alshayea, K., Almubarak, T. (2024). Bonding to fluorosed teeth: A review of the literature. *Cureus*, 16(3), e56830. DOI: 10.7759/cureus.56830.

4. Gavila, P., Ajrithirong, P., Chumnanprai, S., Kalpongkul, N., Pisitkun, T., Chantarangsu, S., et al. (2024). Salivary proteomic signatures in severe dental fluorosis. *Scientific Reports*, 14(1), 18372. DOI: 10.1038/s41598-024-69409-0.

5. Hussain, U., Wahab, A., Kamran, M.A., Alnazeh, A.A., Almoammar, S., Alshahrani, S.S.M., et al. (2025). Prevalence, incidence and risk factors of white spot lesions associated with orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 28(2), 379–399. DOI: 10.1111/ocr.12888.

6. Al-Mutairi, M.A., Al-Salamah, L., Nouri, L.A., Altalhi, A.M. (2024). Microbial changes in the periodontal environment due to orthodontic appliances: A review. *Cureus*, 16(7), e64396. DOI: 10.7759/cureus.64396.

7. Rodrigues, R., Mesquita, C.M., Alves, H.B.N., Silva, F.G., Vieira, W.A., Aguiar, P.C.S., et al. (2024). Changes in salivary biomarkers of pain, anxiety, stress, and inflammation related to tooth movement during orthodontic treatment: A systematic review. *Dental*

*Press Journal of Orthodontics*, 29(6), e242436. DOI: 10.1590/2177-6709.29.6.e242436.oar.

8. Sadeq, S.M.A., Al Ansari, N., Kadhem, Z.K., Hussein, H.M. (2025). The use of salivary and gingival crevicular fluid biomarkers in predicting orthodontic treatment response. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 17, 499–513. DOI: 10.2147/CCIDE.S552825.

9. Inchingolo, F., Inchingolo, A.M., Latini, G., Ferrante, L., Trilli, I., Del Vecchio, G., et al. (2024). Oxidative stress and natural products in orthodontic treatment: A systematic review. *Nutrients*, 16(1), 113. DOI: 10.3390/nu16010113.

10. Menéndez López-Mateos, C., Menéndez López-Mateos, M.L., Aguilar-Salvatierra, A., Gómez-Moreno, G., Carreño, J.C., Khaldy, H., et al. (2022). Salivary markers of oxidative stress in patients undergoing orthodontic treatment with clear aligners versus self-ligating brackets: A non-randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 11(12), 3531. DOI: 10.3390/jcm11123531.

11. Tričković Janjić, O., Cvetković, T., Stojković, B., Mladenović, R., Janjić Ranković, M. (2021). A comparative study of antioxidative activity of saliva in children and young teenagers with and without gingivitis. *Medicina*, 57(6), 569. DOI: 10.3390/medicina57060569.

12. Khomenko, L.O., & Holubieva, I.M. (2024). Suchasnyi naukovyi pidkhid do likuvannya hinhivitu, asotsiovanoho z bioplivkoiu, u dytiachomu i pidlitkovomu vitsi [Modern scientific approach to the treatment of biofilm-associated gingivitis in childhood and adolescence]. *Suchasna Stomatolohiia – Modern Dentistry*, (1), 37–41. DOI: 10.33295/1992-576X-2024-1-37 [in Ukrainian].

13. Kaskova, L.F., Honcharenko, V.A., Klitynska, O.V. (2021). Peculiarities of freeradical oxidation and antioxidant protection parameters of the oral fluid in children with chronic catarrhal gingivitis with underlying diabetes

mellitus. *Wiadomości Lekarskie*, 74(4), 887–890. DOI: 10.36740/WLek202104114.

14. Jha, A.K., Mahuli, A.V., Verma, S.K., Kumar, S., Prakash, O., Ekram, S., et al. (2024). Effectiveness of fluoride mouthrinse in prevention of demineralization during fixed orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthodontic Science*, 13(1), 22. DOI: 10.4103/jos.jos\_116\_23.

15. Xia, L., Zhou, C., Mei, P., Jin, Z., He, H., Wang, L., et al. (2025). Expert consensus on the prevention and treatment of enamel demineralization in orthodontic treatment. *International Journal of Oral Science*, 17(1), 13. DOI: 10.1038/s41368-024-00335-7Sciences, 62(1), 129–135. DOI: 10.1016/j.advms.2016.11.004.

16. Makarenko, O.A., Khromahina, L.M., Khodakov, I.V., et al. (2022). Metody doslidzhennya stanu kyshkovyky ta kistok u laboratornykh shchuriv: dovidnyk [Methods of studying the condition of the intestines and bones in laboratory rats: a handbook]. Odesa: Odeskyy natsionalnyy universytet im. I.I. Mechnykova, 81 p. [in Ukrainian].

17. Rohach, I.M., Keretsman, A.O., Sitkar, A.D. (2017). Pravylny vybranyy metod statystychnoho analizu – shlyakh do yakisnoyi interpretatsiyi danykh medychnykh doslidzen [Correct choice of statistical analysis method is the key way to high-quality interpretation of data of medical research]. *Naukovyy visnyk Uzhhorodskoho universytetu – Scientific Bulletin of Uzhgorod University*, 2(56), 124-28 [in Ukrainian].

Дата першого надходження рукопису до  
видання: 21.02.2026

Дата прийнятого до друку рукопису після  
рецензування: 15.04.2026

Дата публікації: 16.06.2026