

Гармаш Ольга Володимирівна,
доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри стоматології дитячого віку та імплантології,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0000-0001-7935-9371
м. Харків, Україна

Соколова Ірина Іванівна,
доктор медичних наук, професор,
професор кафедри стоматології,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0000-0002-2339-4909
м. Харків, Україна

Черепинська Юлія Анатоліївна,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри терапевтичної стоматології,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0009-0004-1860-2218
м. Харків, Україна

Хмиз Тетяна Григорівна,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри стоматології дитячого віку та імплантології,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0000-0001-5031-2406
м. Харків, Україна

Скляр Сергій Олексійович,
кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри стоматології дитячого віку та імплантології,
Харківський національний медичний університет
ORCID ID: 0000-0001-7465-1269
м. Харків, Україна

СВІТЛОТЕРАПЕВТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОФІЛАКТИЦІ ТА ЛІКУВАННІ ПАТОЛОГІЇ СТОМАТОГНАТИЧНОЇ СИСТЕМИ У ДІТЕЙ І ПІДЛІТКІВ: КРИТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДОКАЗІВ

Вступ. Світлолікування як один із методів патогенетичного впливу на перебіг патологічних процесів уже набуло сталого авторитету в лікуванні стоматологічних захворювань, зокрема у дітей та підлітків. Але інформації щодо використання світлолікування саме для профілактики стоматологічних порушень недостатньо, хоча цей аспект може бути важливим для подальшої інтеграції світлотерапії в клінічну практику педіатричної стоматології.

Мета: проаналізувати та узагальнити сучасні наукові дані щодо світлотерапії як альтернативного або додаткового методу до традиційних методів лікування та профілактики основних стоматологічних захворювань у дітей та підлітків, визначити їхню діагностичну цінність та обмеження.

Матеріали і методи. Виконано огляд літератури з елементами структурованого критичного аналізу. Пошук здійснювали у базах PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science і Google Scholar в межах 2014–2026 рр.

Результати. Проаналізовано найбільш поширені методи світлотерапії для лікування та профілактики карієсу зубів, пульпіту, хвороб пародонта, слизової оболонки порожнини рота, аномалій будови та прикріплення м'яких тканин, порушень скронево-нижньощелепного суглоба, а також для оптимізації ортодонтичної допомоги дітям і підліткам.

Висновки. Світлотерапія, завдяки здатності моделювати мікробне середовище та стимулювати регенеративні процеси в тканинах, є перспективним профілактичним підходом до запобігання карієсу та його ускладненням, гінгівіту, захворюванням пародонта, а також для підтримання функціонального стану скронево-нижньощелепного суглоба і запобігання розвитку патологічних процесів у його тканинах. Застосування малоінвазивних світлотерапевтичних методів може знижувати болісні відчуття під час проведення

© Гармаш О. В., Соколова І. І., Черепинська Ю. А., Хмиз Т. Г., Скляр С. О., 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії
відкритого доступу CC BY 4.0

місцевої анестезії, зменшувати психологічний дискомфорт, пов'язаний із лікуванням, та підвищувати задоволеність якістю наданої стоматологічної допомоги.

Ключові слова: діти, підлітки, світлолікування, низькоінтенсивне лазерне випромінювання, профілактика, біль, ортодонтичне лікування, суглоб, гінгівіт, карієс, пульпіт, слизова оболонка порожнини рота, знеболення, управління тривожністю.

Garmash Olga Volodymyrivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Pediatric Dentistry and Implantology, Kharkiv National Medical University; ORCID ID: 0000-0001-7935-9371, Kharkiv, Ukraine

Sokolova Iryna Ivanivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor at the Department of Dentistry, Kharkiv National Medical University; ORCID ID: 0000-0002-2339-4909, Kharkiv, Ukraine

Cherepynska Yuliya Anatoliivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Therapeutic Dentistry, Kharkiv National Medical University; ORCID ID: 0009-0004-1860-2218, Kharkiv, Ukraine

Khmiz Tetyana Grygorivna, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry and Implantology, Kharkiv National Medical University, ORCID ID: 0000-0001-5031-2406, Kharkiv, Ukraine

Skliar Serhii Oleksiiovych, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pediatric Dentistry and Implantology, Kharkiv National Medical University; ORCID ID: 0000-0001-7465-1269, Kharkiv, Ukraine

LIGHT THERAPY TECHNOLOGIES IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF STOMATOGNATHIC SYSTEM PATHOLOGY IN CHILDREN AND ADOLESCENTS: A CRITICAL ANALYSIS OF EVIDENCE

Introduction. Light therapy, as a method of pathogenetic intervention influencing the course of pathological processes, has already established a strong reputation in the treatment of dental diseases, including those in children and adolescents. However, there is insufficient information regarding the use of light therapy specifically for the prevention of stomatognathic disorders. Addressing this gap is essential for the further integration of light therapy technologies into the clinical practice of pediatric dentistry.

Objective: To analyze and summarize current scientific data regarding light therapy as an alternative or adjunctive modality to traditional methods for the treatment and prevention of major dental diseases in children and adolescents, and to determine its diagnostic value and limitations.

Materials and Methods. A literature review incorporating structured critical analysis was conducted. The search was conducted across the PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases spanning the period from 2014 to 2026.

Results. The most widely used light therapeutic methods were analyzed for their application in the treatment and prevention of dental caries, pulpitis, periodontal diseases, oral mucosal disorders, soft-tissue structural and attachment anomalies, and temporomandibular joint disorders, as well as for optimizing orthodontic care in children and adolescents.

Conclusions. Due to its ability to modulate the microbial environment and stimulate tissue regeneration, light therapy represents a promising preventive approach for managing dental caries and its complications, gingivitis, and periodontal diseases, as well as for maintaining the functional state of the temporomandibular joint and preventing pathological processes within its tissues. Furthermore, the use of minimally invasive light therapy modalities can alleviate pain during local anesthesia administration, reduce treatment-related psychological discomfort, and improve patient satisfaction with the quality of dental care.

Key words: children, adolescents, light therapy, low-level laser therapy, prevention, pain, orthodontic treatment, temporomandibular joint, gingivitis, dental caries, pulpitis, oral mucosa, pain relief, anxiety management.

Вступ. Світло є видимою частиною спектру електромагнітного випромінювання та може чинити біологічний вплив декількома основними шляхами, зокрема через термічний ефект, зумовлений локальним нагріванням тканин, або через активізацію фотохімічних процесів, пов'язаних із збудженням атомів і молекул хімічних речовин, які входять до складу біологічних об'єктів (ендогенні) або введені туди в лікувальних чи профілактичних цілях (екзогенні) [1].

Методи світлолікування уже довгий час посідають важливе місце в стоматологічній практиці [2]. До світлотерапевтичних методів впливу при лікуванні основних стоматологічних захворювань можна віднести лазеротерапію, фотобіомодуляцію і фотодинамічну терапію [3].

В дитячій стоматології застосовують різні типи лазерних систем, класифікованих відповідно до матеріалу активної зони (зони квантової генерації) та довжини хвилі, на якій вони працюють. Найбільш часто використовуються твердотільні лазери, зокрема гольмієві, неодимові та ербієві системи на основі

алюмо-ітрієвого гранату (Ho:YAG, Nd:YAG, Er:YAG), а також досить часто використовують вуглекислотні (CO₂) і діодні лазери. До інших різновидів належать лазери на основі різних кристалічних та газових середовищ, зокрема аргонів та ербієво-хромові системи Er,Cr:YSGG. Застосування лазерних технологій у дитячій стоматології характеризується широким спектром клінічних можливостей і охоплює різні види лікувально-профілактичних втручань. Лазерне випромінювання використовується під час процедур на м'яких тканинах, препарування каріозних уражень емалі та дентину, ендодонтичного лікування, а саме очищення та антимікробної обробки кореневих каналів. Окремі технології спрямовані на профілактику карієсу за рахунок структурної модифікації кристалів емалі, а також використовуються для комплексного лікування захворювань пародонта у дітей і підлітків [4].

Діодні лазери з довжиною хвилі 630–690 нм найчастіше використовують як допоміжний метод до стандартної терапії пародонту для фотодинамічної

терапії і біостимуляції, а з довжиною хвилі 810–1064 нм – в клінічній стоматологічній практиці для зниження бактеріального навантаження, кюретажу та фотобіомодуляції [5, 6].

Неодимові лазери, у яких активним середовищем є ітріій-алюмінієвий гранат, легований іонами неодиму (Nd:YAG-лазери), зазвичай використовують разом із традиційною терапією (як комбінація двох технологій), а не як монотерапію захворювань пародонта. Використання такого типу лазерів, на відміну від діодних, дозволяє селективно, не випаровуючи здорові тканини, впливати на тканини пародонта [7], а також зменшувати кількість пародонтопатогенів в пародонтальних карманах [6].

Ербієві лазери (Er:YAG and Er,Cr:YSGG), які працюють в середньому інфрачервоному діапазоні, називають також «холодні лазери». Таку назву вони отримали через здатність швидко випаровувати поверхневі шари без значного пошкодження колатеральних. Твердотільний медичний пристрій, що використовує кристал ітріій-алюмінієвого гранату, легований іонами ербію – (Er:YAG) працює на довжині хвилі 2940 нм. Він ефективніший і безпечніший ніж ще один тип твердотільних лазерів –Er,Cr:YSGG (ербій, хром: ітріій-скандій-галій-гранат), який працює на довжині хвилі 2780 нм [8].

Лазер Er:YSGG (ербій: ітріій-скандій-галій-гранат) також працює на довжині хвилі 2780 нм і відрізняється від описаного вище тим, що у його кристалі відсутні іони хрому, що робить його менш ефективним. Це змушує підвищувати потужність і підвищує термічний вплив на тканини. Цей твердотільний лазер використовувався з метою абляції як м'яких, так і твердих тканин. Але під час опромінення Er,Cr:YSGG лагідніше впливає на тканини ніж Er:YSGG [9].

Фотодинамічною терапією (ФДТ) називають метод, який використовується для мікробіологічного контролю (зниження бактеріального навантаження) шляхом застосування барвника-сенсебілізатора з подальшим впливом лазерного випромінювання відповідної довжини хвилі, яке активує фотосенсебілізатор [10].

Термін «фотобіомодуляція» (ФБМ) використовується для описання терапії червоним і інфрачервоним світлом [11]. Така терапія може здійснюватися за допомогою лазерів, світлодіодного випромінювання (LED-світло) чи випромінювання широкополосними терапевтичними лампами (Bioptron). Світлодіодне випромінювання відрізняється від лазерного низькоінтенсивного випромінювання тим, що воно не є когерентним. В стоматологічній практиці може використовуватись у якості допоміжного методу для прискорення загоєння ран, зменшення болю і набряків [12].

Мета огляду – оцінити ефективність світлотерапії як основного чи додаткового методу лікування і профілактики найпоширеніших стоматологічних захворювань і станів у дітей і підлітків порівняно зі стандартними підходами. Особливий акцент зроблено на компенсації інформаційного дефіциту щодо використання світлолікування саме для профілактики стоматологічних порушень.

Матеріали і методи дослідження. Стаття представлена як огляд літератури з елементами структурованого аналізу. Пошук літератури проведено за хронологічний період 2014 – 2026 років. Основними базами для відбору досліджень були PubMed/MEDLINE, Google Scholar, Scopus, Web of Science, а також платформи видавців Wiley, Elsevier, Springer Nature. До аналізу були включені систематичні огляди, метааналізи, огляди літератури, клінічні дослідження та спостереження, які описували світлотерапевтичні технології з особливим акцентом на профілактику, а також на лікування основних стоматологічних захворювань і станів у дитячому та підлітковому віці. Пошук проводили за наступними ключовими словами та словосполученнями: «children», «adolescents», «light therapy», «low-level laser radiation», «photobiomodulation», «photodynamic therapy», «prevention», «caries», «pulpitis», «periodontal disease», «oral mucosa», «orthodontic treatment», «pain», «temporomandibular joint disorders», «oral soft tissue anomalies», «local anesthesia», «dental anxiety».

Результати дослідження

Карієс зубів.

Відомо, що лазерні технології використовуються в профілактиці карієсу, але є лише кілька великих досліджень, які підтверджують це твердження [13].

Перспективність використання ФБМ інфрачервоним світлом у лікуванні і профілактиці карієсу вивчалася NaraSan-Martín M. та співавторами у сліпому плацебо-контрольованому клінічному дослідженні (ідентифікатор NCT05546528). Науковці досліджували стан великих слинних залоз у 50 дітей (віком 6 – 12 років) з каріозними ураженнями. Оцінювалися швидкість слиновиділення та буферна ємність слини – параметри, які розглядаються як маркери розвитку карієсу [14]. Згідно з опублікованими результатами, запропонований науковцями протокол не вплинув на кислотність слини та не забезпечив вірогідних змін у швидкості слиновиділення, проте при вивченні буферної ємності слини вірогідні зміни спостерігалися [15].

Kumarі P. та співавтори зазначають, що довжини хвиль, на яких працюють ербієві, аргонові, або CO₂ лазери, ефективно модифікують структуру емалі постійних зубів, які щойно прорізалися, роблячи її більш резистентною до демінералізуючого впливу карієсогенної мікрофлори [16].

Використання лазера Er,Cr:YSGG у субабляційному режимі в комбінації з аплікаціями кислим фосфат фторидним гелем (Acidulated Phosphate Fluoride) значно сприяє ремінералізації емалі тимчасових зубів [17].

Дослідники порівнювали вплив лазера Er,Cr:YSGG та герметика у якості запобіжного заходу при пост-ераптивному руйнуванні постійних молярів і різців. Порівняльний аналіз впливу був зроблений Baraka M. та співавторами в контрольованому клінічному дослідженні за участі 136 дітей (віком від 6 – 9 років). Обидва методи показали порівняну ефективність у попередженні виникнення каріозних уражень, проте склоіономерний герметик виявився більш ефектив-

ним у боротьбі з постераптивним руйнуванням зубів у дітей [18].

Feng Z. та колеги оцінювали вплив опромінення Er:YAG лазером на попередження демінералізації емалі. До метааналізу увійшло 16 досліджень. Науковці виявили, що емаль після опромінення має вищу мікротвердість та в кислому середовищі спостерігається менша глибина каріозного ураження і менша втрата мінеральних речовин. Проте вплив опромінення на ступінь вивільнення іонів кальцію та на твердість демінералізованої емалі не підтвердився [19].

Abd El-Aal N.H. та співавтори вивчали вплив різних типів лазерів (низькоінтенсивної лазерної терапії) на профілактику демінералізації емалі у ділянках високого ризику (навколо пломб, брекетів та у фісурах жувальних зубів). Було доведено, що вплив CO₂-лазером є ефективним для профілактики карієсу (реєстраційний ідентифікатор PROSPERO: CRD42023437379) [20].

Xu P. та співавтори порівнювали безпосередні і віддалені результати препарування твердих тканин зубів при лікуванні карієсу у дітей. Науковці дійшли висновку, що препарування з використанням Er:YAG лазера потребує більше часу ніж препарування звичайним наконечником, проте є більш комфортним та знижує інтенсивність болю і, як наслідок, потребу в анестетиках [21].

Dípalma G. та співавтори на основі проведеного систематичного огляду літератури, зробленого відповідно до рекомендацій PRISMA, наголошують, що лазери на основі ербію (Er:YAG та Er,Cr:YSGG) можуть розглядатися як альтернатива звичайним ротаційним інструментам у лікуванні карієсу в дитячій стоматології не тільки через зменшення болю і потреби в місцевій анестезії, а і через вирішення поведінкових проблем маленьких пацієнтів [22].

Захворювання пульпи.

Kumari P. та співавтори присвятили свій огляд літератури можливостям використання лазерів у практиці дитячого стоматолога. Автори зазначають перспективність застосування лазеротерапії при прямому і непрямому покритті пульпи [16, 23]. Priya M.S. та співавтори, оцінюючи клінічний успіх використання лазерів в пульпотомії постійних зубів, довели, що у разі використання низькоінтенсивного лазерного випромінювання (НІЛВ) при прямому покритті пульпи спостерігалася вірогідно менша частота клінічних невдач [24].

Згідно з висновками, зробленими Yavagal S.M. та колегами, при пульпотомії в тимчасових зубах лазерна ФБМ може розглядатися як ефективна альтернатива використанню формокрезолу [25]. Відповідно до висновків Felemban O.M. та співавторів використання діодних, CO₂ і Nd:YAG лазерів у проведенні пульпотомії в тимчасових зубах забезпечило виражений терапевтичний ефект у безпосередній і віддаленій перспективі, а використання Er:YAG лазерів призвело до неоднозначних результатів [26]. Оцінюючи здатність до дезинфекції корневих каналів при проведенні пульпектомії в тимчасових молярах у дітей віком 4 – 6 років, Tuagi K. та співавтори виявили, що антимікробний вплив діодного лазера на мікроорганізми корневих каналів є значно ефективнішим за вплив

видимого світла, але співставним із впливом озонваної води [27]. Отже, пульпотомія з використанням лазерних технологій є підходом, який себе добре зарекомендував та може розглядатися як альтернатива традиційним методам лікування.

Про якісну дезинфекцію корневих каналів, позитивні клінічні результати, а, отже, можливість використання діодного лазера при лікуванні проліферативних процесів в пульпі тимчасових зубів, йдеться в роботі Parakh H. та співавторів [28].

В постійних зубах з незавершеним формуванням кореня лікування некрозу пульпи є надскладною задачею і зазвичай відбувається в два етапи. Ahrari F. та співавтори довели, що на початку лікування для проведення фотодинамічної дезинфекції (ФДТ) корневих каналів слід використовувати лазери різної потужності – від високоенергетичних до низькоінтенсивних. Останні також можуть застосовуватися на другому етапі регенеративної ендодонтії і сприяти біостимуляції репаративних процесів [29].

Запалення ясен і захворювання тканин пародонта.

На сьогоднішній день захворювання тканин пародонта розглядається як системне запалення, яке окрім тканин пародонта зачіпає мікробіоту порожнини рота та кишківника, а також ланки імунної системи. Згідно з останніми спостереженнями хвороби пародонта не є виключно патологією дорослих пацієнтів, а досить часто трапляються у підлітковому та дитячому віці [30].

Nascimento G.G. та співавтори у 2024 році спрогнозували, що до 2025 року тяжкий пародонтит будуть мати понад 1 мільярд осіб. Отже, профілактичні стратегії мають бути орієнтовані на етапи, що передують появі симптомів [31].

Stancu M.S. та колеги в 2026 році опублікували структурований огляд літератури, де оцінили використання НІЛВ при лікуванні запалення ясен у дітей і підлітків. Науковці висвітлили, що використання низькоінтенсивної лазерної терапії сприяє стимуляції проліферативних процесів і модулює локальну запальну відповідь, тим самим профілактуючи виникнення пародонтиту. Автори зауважили, що відомості щодо антимікробної дії НІЛВ є неоднорідними. Водночас експериментальні дослідження на тваринах, описані цими ж авторами за період 2005 – 2025 років, вказують на уповільнення втрати кісткової тканини у разі терапії НІЛВ [32]. Це узгоджується з висновками наших попередніх досліджень, де було доведено, що НІЛВ покращує мікроциркуляцію тканин пародонта і профілактуює виникнення пародонтита [33].

Отже, своєчасне лікування гінгівіту в дитячому і підлітковому віці може розглядатися як важливий компонент профілактики захворювань пародонта у подальшому житті.

Захворювання слизової оболонки.

Застосування антимікробної ФДТ у комплексі з місцевою противірусною терапією супроводжувалося вірогідно значущим зниженням інтенсивності болю та рівня прозапальних цитокінів при лікуванні герпетичного гінгівостоматиту у підлітків 12 – 18 років [34].

Фоторбіомодуляція може використовуватися при лікуванні рецидивуючого афтозного стоматиту у дітей. В контрольованому дослідженні порівнювали терапію діодним лазером (з довжиною хвилі 645 нм) та фіктивну терапію. Науковці отримали статистично значущі зменшення розмірів виразок і зменшення болю при застосуванні лазеротерапії. До того ж процедура добре сприймалася як маленькими пацієнтами так і їхніми батьками [35].

Профілактика мукозитів слизової оболонки у онкологічних пацієнтів дитячого віку вивчалася Calarga C.C. та співавторами. Науковці проаналізували 20 досліджень і дійшли висновку, що ФБМ може використовуватися в дитячому віці для зменшення частоти виникнення мукозитів, зниження больових відчуттів та тяжкості процесу, а також для пришвидшення загоєння. Проте деталізація профілактичного ефекту ФБМ потребує додаткового вивчення. Дослідники також наголошують на необхідності створення протоколів використання ФБМ [36].

Аномалії м'яких тканин.

Застосування НІЛВ та хірургічних лазерів при лазерній корекції вуздечок і пластиці чи поглибленні мілкого присінка порожнини рота має переваги у вигляді зниження болю, швидкого загоєння ран та зниження ймовірності вторинних інфекцій [37, 38]. Зафіксовані зменшення часу, потрібного для проведення оперативного втручання, виражений антибактеріальний ефект і відсутність потреби у накладенні післяопераційних швів [39]. Про простоту проведення процедури френулоектомії з використанням лазерної методики, а також про легкий післяопераційний період повідомляють Dioguardi M. та співавтори [40]. Про швидше загоєння ранової поверхні і меншу кількість побічних ефектів пишуть і Inchingolo A.M. та співавтори [41]. Проте в більшості публікацій автори наголошують, що даних замало щоб робити висновки чи є кращою лазерна френулоектомія чи проведена за допомогою скальпеля.

Ортодонтичне лікування.

У 2021 році було опубліковано систематичний огляд літератури (реєстраційний ідентифікатор PROSPERO CRD42019121465), де вивчалася можливість використання ФБМ у скороченні тривалості ортодонтичного переміщення зубів. Оцінивши 14 статей та взявши 9 в метааналіз науковці виявили, що протягом 2 – 3 місяців, за умови проведення сеансів ФБМ, процеси переміщення зубів прискорювалися статистично значуще. Проте через неоднорідні групи учасників дослідження, зроблені висновки потребують уточнення [42]. Alam M.K. та співавтори зазначають, що терапія НІЛВ із використанням діодного лазера (808 нм) при ортодонтичному лікуванні не тільки призвела до вірогідно швидшого переміщення зубів, а і знизила больові відчуття у пацієнтів на початку лікування, що є особливо важливим при лікуванні дітей і підлітків [43].

Загальновідомо, що використання брекет-систем сприяє накопиченню нальоту, який є причиною виникнення захворювань тканин пародонта. Використання світлотерапії широкополосним поляризованим світ-

лом (Biopteron) підвищує кількість аргініну в ротовій рідині співставно з підвищенням при вживанні донаторів закису азоту, що призводить до покращення стану тканин пародонта у пацієнтів молодого віку із незнімними ортодонтичними конструкціями [44].

Науковці оцінювали ефективність ФДТ при лікуванні запалення ясен у пацієнтів з брекет-системами. Дані, отримані різними групами науковців, демонструють певні розбіжності. Vieira R.A. та співавтори враховували рівень запалення ясен, вміст пародонтопатогенів та запальних цитокінів. Результати, які навели науковці, мали низький рівень достовірності. На цій підставі автори дійшли висновку, що на сьогодні немає переконливих доказів, які підтверджують користь застосування ФДТ для профілактики хвороб пародонта у пацієнтів, які лікуються незнімною ортодонтичною технікою [45]. Bahrami R. та співавтори вивчали ефективність ФДТ у профілактиці гінгівіту і демінералізації емалі в ортодонтичних пацієнтів із незнімними апаратами. Вони визначали індекс зубного нальоту, кровоточивості при зондуванні, індекс гінгівіту, враховували показники приладу DIAGNOdent (лазерна флуоресценція), а також рівні прозапальних цитокінів і мікробний пейзаж. Було оцінено 12 досліджень і зроблено висновок, що ФДТ є надійним і безпечним методом лікування як карієсу у стадії плями, так і гінгівіту у пацієнтів із незнімними ортодонтичними апаратами [46]. Baeshen H.A. та колеги отримали результати, що підтверджують вплив ФДТ на рівень мікробного навантаження в ортодонтичних пацієнтів із гінгівітом. Водночас автори не виявили вірогідних доказів про зниження інтенсивності больових відчуттів у підлітків із генералізованим запаленням ясен, які лікуються незнімною ортодонтичною апаратурою [47].

Необхідність лікування пацієнтів із незнімною ортодонтичною технікою, що мають гіпертрофічний гінгівіт, є важливою складовою ортодонтичного лікування. Maboudi A. та колеги, проаналізувавши публікації з цього питання за період від 1985 до 2020 року, дійшли висновку, що лікування гіпертрофії ясен у ортодонтичних пацієнтів за допомогою діодного лазера має ефект, порівняний із втручанням скальпелем. Проте воно є менш болісним, а рівень післяопераційної кровотечі при використанні лазера також нижчий [48].

Захворювання суглобів.

Порушення функції і патологічні зміни скронево-нижньощелепних суглобів досить часто спостерігаються в дитячому і підлітковому віці. Це може спричиняти порушення рухів нижньої щелепи, обмеження амплітуди та біль під час відкривання рота. Методи терапії мають бути неагресивними і без незворотного втручання в структури тканин [49]. Тому клініцисти і науковці звертають увагу на фізіотерапевтичні підходи до лікування.

Sertaje M.R.F. та колеги, з метою знизити запалення та зменшити рівень больових відчуттів у дітей 6–12 років із захворюваннями нижньощелепних суглобів, вивчали можливість черезшкірно (внутрішньосудинне лазерне опромінення) впливати на променево-артерію безперервним інфрачервоним лазерним світ-

лом з довжиною хвилі 808 нм [50]. Опромінення проводилося 1 раз протягом 20 хвилин через спеціальний браслет. Результати проведеного дослідження виявили зниження больових відчуттів, проте на покращення руху в суглобі сеанс світлотерапії на вплинув [51].

Управління тривожністю.

У дітей віком 6 – 9 років (ідентифікатор дослідження NCT04924452) для лікування карієсу тимчасових молярів використовували Er:YAG лазер. Його вплив порівнювали з використанням традиційних ротаційних інструментів. До та після втручання в учасників дослідження науковці оцінювали рівень тривожності та динаміку частоти серцевих скорочень [52]. Поєднане використання Er:YAG лазерного препарування з методикою управління поведінкою «латентне гальмування» показало вірогідно кращі результати зменшення об'єктивних і суб'єктивних показників стресу, ніж традиційні методи препарування у поєднанні з «латентним гальмуванням» [53].

Rangel C.R.G. та співавтори виявили, що внутрішньосудинне лазерне опромінення крові та лазерна акупунктура також можуть використовуватися для контролю стоматологічної тривожності у дитячому віці [54].

Знеболення

Систематичний огляд літератури, проведений Zanchetta Peron F. та співавторами (реєстраційний ідентифікатор PROSPERO CRD42024539486), виявив, що ФБМ є дієвим засобом зниження больових відчуттів під час проведення місцевої анестезії у дітей. Автори цього огляду наголошують на необхідності збільшення доказової бази [55]. Фотобіомодуляція може використовуватися як підготовчий етап до проведення безболісної анестезії при пульпотомії у дітей (ідентифікатор дослідження NCT05861154). Зафіксовано зниження осереднених показників частоти серцевих скорочень і менші больові відчуття у дітей, яким перед проведенням інфільтраційної анестезії застосовували ФБМ, порівняно з дітьми, яким перед проведенням ін'єкцій використовували аплікації анестезуючим гелем [56]. Подібні результати опубліковані й іншими дослідниками [57]. Анестезія, проведена за допомогою ФМБ, може розглядатися як альтернатива ін'єкційній анестезії у дітей зі стоматологічною тривожністю [58].

В огляді літератури за період 2014 – 2024 роки дослідники оцінювали вплив НІЛВ на зниження рівня болю і тривожності під час стоматологічного втручання у пацієнтів дитячого віку (4 – 12 років). Огляд проводився відповідно до рекомендацій PRISMA, охоплював 19 досліджень і 1094 дитини. Науковці наголошують на суперечливості отриманих результа-

тів, пов'язуючи це з через гетерогенністю досліджень і відсутністю стандартизованих протоколів застосування НІЛВ [59].

Тривале оніміння м'яких тканин у дітей і підлітків після проведеної анестезії створює ризики їх травмування. Застосування ФБМ може сприяти прискоренню відновлення сенсорної функції тканин, порушеної дією місцевої анестезії, мінімізуючи тривалість оніміння [60, 61].

Отже завдяки потенційній антимікробній дії, регуляції локальних імунних механізмів та стимуляції відновних процесів у тканинах, використання світлотерапії з різними спектральними характеристиками розглядається як перспективний підхід до лікування та профілактики поширених стоматологічних захворювань у дітей і підлітків. Важливою перевагою такого підходу є не тільки можливість впливати на біологічні процеси, а і мінімальне медикаментозне навантаження та щадний вплив на тканини.

Висновки.

1. Світлотерапевтичні технології знайшли широке використання в лікуванні захворювань пародонту, слизової оболонки порожнини рота, хвороб скронево-нижньощелепного суглоба, пульпіту та карієсу зубів у дітей і підлітків. Світлотерапія є важливою складовою ортодонтчного лікування. Ці твердження мають достатню доказову базу.

2. Застосування малоінвазивних світлотерапевтичних методів може зменшувати больові відчуття та психологічний дискомфорт, пов'язаний із лікуванням, та, як наслідок, підвищувати задоволеність як дітей, так і їхніх батьків якістю наданої стоматологічної допомоги.

3. Профілактика карієсу та його ускладнень, захворювань пародонта і слизової оболонки порожнини рота за допомогою світлотерапевтичних методів залишається перспективним, проте недостатньо вивченим напрямом.

4. Подальше обґрунтування клінічної ефективності застосування світлотерапевтичних методів у профілактиці основних стоматологічних захворювань потребує проведення додаткових якісних рандомізованих клінічних досліджень, а також створення й уніфікації протоколів їх застосування.

Конфлікт інтересів. Соколова І. І. є членом редакційної колегії журналу. Для забезпечення незалежності редакційного процесу рукопис розглядався редактором, який не мав конфлікту інтересів з автором. Автор не брав участі у відборі рецензентів, процесі рецензування та прийнятті рішення щодо публікації статті. Рукопис пройшов стандартну процедуру подвійного сліпого рецензування.

REFERENCES

1. Austin E, Geisler AN, Nguyen J, Kohli I, Hamzavi I, Lim HW, Jagdeo J. Visible light. Part I: Properties and cutaneous effects of visible light. *J Am Acad Dermatol.* 2021;84(5):1219–1231. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2021.02.048>
2. Hatipoğlu M, Harorlı O, Aytekin Z. Phototherapy in Dentistry. *SDÜ Sağlık Bilimleri Derg.* 2016;7(1):44-8. <https://doi.org/10.22312/sbed.18756>
3. Koth VS, Gabriel AF, Deckmann I, Castilho RM, Nor F, Lamers ML, Figueiredo JAP, Martins MD. Photobiomodulation in the management of oral lesions: a targeted, evidence-based approach. *Braz Oral Res.* 2026;40(suppl 1):e059. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2026.vol40.00059>

4. Nazemisalman B, Farsadeghi M, Sokhansanj M. Types of Lasers and Their Applications in Pediatric Dentistry. *J Lasers Med Sci*. 2015;6(3):96-101. <https://doi.org/10.15171/jlms.2015.01>
5. Pandarathodiyil AK, Anil S. Lasers and their Applications in the Dental Practice. *Int J Dentistry Oral Sci*. 2020;7(11):1037-44. doi: 10.19070/2377-8075-20000205.
6. Typou P, Neophytou C, Papadimitriou K. The Role of Lasers in Non-surgical Periodontal Treatment. *Cureus*. 2026 Feb 4;18(2):e102961. <https://doi.org/10.7759/cureus.102961>
7. Ting M, Huynh BH, Devine SM, Braid SM, Suzuki JB. Laser treatment of periodontal disease: a systematic review of histological outcomes. *EC Dent Sci*. 2018;17(8):1344-1367. <https://ecronicon.net/assets/ecde/pdf/ECDE-17-00754.pdf>
8. Lin Z, Strauss FJ, Lang NP, Sculean A, Salvi GE, Stähli A. Efficacy of laser monotherapy or non-surgical mechanical instrumentation in the management of untreated periodontitis patients. A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig*. 2021;25(2):375-391. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03584-y>
9. Kawamura R, Mizutani K, Lin T, Kakizaki S, Mimata A, Watanabe K, et al. Ex Vivo Evaluation of Gingival Ablation with Various Laser Systems and Electroscalpel. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2020;38(6):364-373. <https://doi.org/10.1089/photob.2019.4713>
10. Silva T, Lunardi AJL, Barros ACSM, Mandetta ARH, Grudzien E, San-Martín M, et al. Application of Photodynamic Therapy in Pediatric Dentistry: Literature Review. *Pharmaceutics*. 2023;15(9):2335. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15092335>
11. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 2017;4(3):337-361. <https://doi.org/10.3934/biophys.2017.3.337>
12. de Freitas LF, Hamblin MR. Proposed mechanisms of photobiomodulation or low-level light therapy. *IEEE J Sel Top Quantum Electron*. 2016;22:7000417. <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2016.2561201>
13. Pagano S, Lombardo G, Orso M, Abraha I, Capobianco B, Cianetti S. Lasers to prevent dental caries: a systematic review. *BMJ Open*. 2020 Oct 28;10(10):e038638. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038638>
14. San-Martín M, Grudzien E, Hermida L, Horliana ACRT, Bussadori SK, Motta LJ. Photobiomodulation efficacy of major salivary glands in children with caries activity: study protocol for randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group clinical trial. *ConScientiae Saúde*. 2023;22(1):e24591. <https://doi.org/10.5585/22.2023.24591>
15. San-Martín M, Grudzien E, Hermida L, Horliana ACRT, Bussadori SK, Motta LJ. Photobiomodulation efficacy of major salivary glands in children with caries activity: study protocol for randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group clinical trial. *Rev Cien CRO-RJ*. 2023;8(Suppl 1):53. [ClinicalTrials.gov: NCT05546528](https://doi.org/10.1186/1745-6215-8-S1-53)
16. Kumari P, Dhull KS, Mysore Devraj I, Thakkar P, et al. Future of laser pediatric dentistry: Emerging technologies and clinical applications. *Bioinformation*. 2025;21(8):2304-2310. <https://doi.org/10.6026/973206300212304>
17. Mahdi SA, Hussein BM. Remineralization effect of Er,Cr:YSGG laser irradiation with or without acidulated phosphate fluoride application on deciduous teeth enamel surface with induced white spot lesion. An in vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2024;16(6):e714-e723. <https://doi.org/10.4317/jced.61561>
18. Baraka M, Elwardani G, Ogwo CE. Sealant vs laser for caries and post-eruptive breakdown prevention in MIH molars: 18-month randomized controlled clinical trial. *J Dent*. 2026;166:106519. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2026.106519>
19. Feng Z, Yuan R, Cheng L, Fan H, Si M, Hao Z. Effect of Er:YAG Laser Irradiation on Preventing Enamel Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int Dent J*. 2024;74(4):679-687. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2024.01.022>
20. Abd El-Aal NH, Hussein AMHMM, Banerjee A, Hammama HH. Clinical and ex-vivo effect of LASERs on prevention of early-enamel caries: systematic review & meta-analyses. *Lasers Med Sci*. 2024;39(1):107. doi: 10.1007/s10103-024-04049-4
21. Xu P, Ren C, Jiang Y, Yan J, Wu M. Clinical application of Er:YAG laser and traditional dental turbine in caries removal in children. *J Clin Pediatr Dent*. 2024;48(5):183-188. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2024.118>
22. Dipalma G, Inchingolo AM, Nardelli P, Casamassima L, Ciccarese D, De Sena P, et al. Comparative Efficacy of Er:YAG Laser and Dental Turbine in Pediatric Dentistry: A Systematic Review. *Children*. 2026;13(2):258. <https://doi.org/10.3390/children13020258>
23. Nazemisalman B, Farsadeghi M, Sokhansanj M. Types of Lasers and Their Applications in Pediatric Dentistry. *J Lasers Med Sci*. 2015;6(3):96-101. <https://doi.org/10.15171/jlms.2015.01>
24. Priya MS, Dakshindas DM, Warhadpande MM, Radke SA. Effectiveness of lasers in direct pulp capping among permanent teeth – A systematic review and meta-analysis. *J Conserv Dent Endod*. 2023;26(5):494-501. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_344_23
25. Yavagal CM, Lal A, Chavan Patil VV, Yavagal PC, Neelakantappa KK, Hariharan M. Efficacy of laser photobiomodulation pulpotomy in human primary teeth: A randomized controlled trial. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2021;39(4):436-441. https://doi.org/10.4103/jisppd.jisppd_150_21
26. Felemban OM. Laser Pulpotomies' Clinical and Radiographic Success in Primary Teeth by Type of Laser. *Children*. 2025;12(11):1508. <https://doi.org/10.3390/children12111508>
27. Tyagi K, Choubey S, Kapoor R, Bhat D, Mathur S. Root Canal Disinfection in Primary Teeth: A Comparative Assessment of Visible Light Diode Laser and Ozonated Water. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2026;19(5):568-574. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-3503>
28. Parakh H, Thosar NR, Chandra A, Pankey N. Diode Laser-Assisted Pulp Polyp Excision and Canal Disinfection in a Primary Molar: A Case Report. *Cureus*. 2024;16(2):e54315. <https://doi.org/10.7759/cureus.54315> [in English].
29. Ahrari F, Akhondian S, Shakiba R, Tolouei A, Salehi A, Valizadeh M, Hosseini K. Laser Applications in Regenerative Endodontics: A Review. *J Lasers Med Sci*. 2024 Feb 4;15:e1. <https://doi.org/10.34172/jlms.2024.01>
30. Martínez-García M, Hernández-Lemus E. Periodontal Inflammation and Systemic Diseases: An Overview. *Front Physiol*. 2021;12:709438. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.709438>

31. Nascimento GG, Alves-Costa S, Romandini M. Burden of severe periodontitis and edentulism in 2021, with projections up to 2050: The Global Burden of Disease 2021 study. *J Periodontol Res*. 2024;59(5):823-867. <https://doi.org/10.1111/jre.13337>
32. Stancu MŞ, Tănase M, Munteanu A, Feraru IV, Novac CN, Boboc AA, et al. Low-Level Laser Therapy for Gingival Inflammation in Children and Adolescents: A Narrative Review Based on In Vitro, In Vivo and Clinical Studies. *Healthcare*. 2026;14(11):1533. <https://doi.org/10.3390/healthcare14111533>
33. Garmash OV. Kliniko-eksperymentalne obgruntuvannia metodiv korektsii mikrotsyrkuliatornykh porushen tkanyn parodonta v osib iz syndromom zatrymky vnutrishnoutrobnoho rozvytku v anamnezi [dysertatsiya]. Kharkiv: KHNMU; 2014. 218 p. [in Ukrainian]
34. Vellappally S, Mahmoud MH, Alaqeel SM, Alotaibi RN, Almansour H, Alageel O, et al. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy versus antiviral therapy in the treatment of herpetic gingivostomatitis among children: A randomized controlled clinical trial. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2022;39:102895. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.102895>
35. Bardellini E, Veneri F, Amadori F, Conti G, Majorana A. Photobiomodulation therapy for the management of recurrent aphthous stomatitis in children: clinical effectiveness and parental satisfaction. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2020;25(4):e549-e553. <https://doi.org/10.4317/medoral.23573>
36. Calarga CC, Cotomácio CC, Simões A. Photobiomodulation for oral mucositis management in pediatric patients: a systematic review. *Lasers Med Sci*. 2024;39(1):272. <https://doi.org/10.1007/s10103-024-04221-w>
37. Subedi S, Ranjit R, Bista S. Vestibuloplasty using Diode Laser: A Case Report. *J Nepalese Soc Periodontol Oral Implantol*. 2021;5(2):97-99. <https://doi.org/10.3126/jnspoi.v5i2.52981>
38. Shahoon H, Rafighi A, Ashrafi M, Ebrahimi H, Mozafar S. Laser Treatment in oral Cavity Soft Tissue in Pediatrics; Current Knowledge and Future Directions. *Galen Med J*. 2024;13(SP1):e3683. <https://doi.org/10.31661/gmj.v13iSP1.3683>
39. Khosraviani F, Ehsani S, Fathi M, Saberi-Demneh A. Therapeutic effect of laser on pediatric oral soft tissue problems: a systematic literature review. *Lasers Med Sci*. 2019;34(9):1735-1746. <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02834-0>
40. Dioguardi M, Ballini A, Quarta C, Caroprese M, Maci M, Spirito F, et al. Labial Frenectomy using Laser: A Scoping Review. *Int J Dent*. 2023;2023:7321735. <https://doi.org/10.1155/2023/7321735>
41. Inchingolo AM, Malcangi G, Ferrara I, Viapiano F, Netti A, Buongiorno S, et al. Laser Surgical Approach of Upper Labial Frenulum: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(2):1302. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021302>
42. Yavagal CM, Matondkar SP, Yavagal PC. Efficacy of Laser Photobiomodulation in Accelerating Orthodontic Tooth Movement in Children: A Systematic Review with Meta-analysis. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14(Suppl 1):S94-S100. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1964>
43. Alam MK, Hajeer MY, Alanazi DA, Alanazi SA, Alruwaili HO. The Effect of Low-Level Laser Therapy on Accelerating Tooth Movement in Orthodontic Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Pharm Bioallied Sci*. 2024;16(Suppl 4):S3658-S3660. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1168_24
44. Ohurtsov OS. Doslidzhennya efektyvnosti polyaryazovanoho svitla ta donatora oksydu azotu na arhininovyy balans u rotoviy ridnyi patsiyentiv z endotelial'noy dysfunktsiyeyu parodontal'nykh tkanyn pry zastosuvanni neznimnoyi ortodontychnoyi tekhnikiy. *Kharkivs'kyi stomatolohichnyi zhurnal* 2024;1(2):154–160. <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2024-2-06> [in Ukrainian]
45. Vieira RA, Martins-Pfeifer C, Carvalho FG, Münchow EA, Campos MJDS, Lacerda-Santos R. Efficacy of Photodynamic Therapy in Controlling Gingival Inflammation in Orthodontic Patients: A Network Meta-Analysis. *Eur J Dent*. 2026;20(2):319-333. <https://doi.org/10.1055/s-0045-1812493>
46. Bahrami R, Pourhajibagher M, Gharibpour F. Antimicrobial photodynamic therapy for the management of gingivitis and white spot lesions in fixed orthodontic patients: A systematic review. *Int Orthod*. 2024;22(1):100821. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2023.100821>
47. Baeshen HA, Alshahrani A, Kamran MA, Alnazeah AA, Alhaizaey A, Alshahrani I. Effectiveness of antimicrobial photodynamic therapy in restoring clinical, microbial, proinflammatory cytokines and pain scores in adolescent patients having generalized gingivitis and undergoing fixed orthodontic treatment. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020;32:101998. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101998>
48. Maboudi A, Fekrazad R, Shiva A, Salehabadi N, Moosazadeh M, Ehsani H, et al. Gingivectomy with Diode Laser Versus the Conventional Scalpel Surgery and Nonsurgical Periodontal Therapy in Treatment of Orthodontic Treatment-Induced Gingival Enlargement: A Systematic Review. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2023;41(9):449-459. <https://doi.org/10.1089/photob.2023.0060>
49. Perez C. Temporomandibular disorders in children and adolescents. *Gen Dent*. 2018;66(6):51-55
50. Sertaje MRF, Gonçalves MLL, Gomes AO, Bruno LH, Fossati AL, Viarengo NO, et al. Vascular photobiomodulation in the treatment of children with temporomandibular disorders: Study protocol for a randomized, controlled, blind, clinical trial. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(42):e31228. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000031228>
51. Sertaje MRF, Sobral APT, Gonçalves MLL, Bruno LH, Santos EM, Spinola SG, et al. Short-term effects of vascular photobiomodulation on temporomandibular disorders in children: a randomized, controlled, single-blind pilot study. *Lasers Med Sci*. 2025;40(1):277. <https://doi.org/10.1007/s10103-025-04535-3>
52. Belcheva A, Shindova M. Efficiency of ER:YAG laser therapy in combination with behaviour management technique in reducing anxiety among paediatric dental patients – a study protocol for a randomised clinical trial. *BMJ Open*. 2022;12(9):e054523. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-054523>
53. Shindova M, Belcheva A. The Effect of Er:YAG Laser Therapy in Combination with Behaviour Management Technique on the Reduction of Anxiety in Paediatric Dental Patients. *C R Acad Bulg Sci*. 2024;77(7):1080-1089. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2024.07.15>

-
54. Rangel CRG, Pinheiro SL. Laser acupuncture and intravascular laser irradiation of blood for management of pediatric dental anxiety. *J Oral Sci.* 2021;63(4):355-357. <https://doi.org/10.2334/josnurd.21-0025>
55. Zanchetta Peron F, Ribeiro MC, da Costa VPP, Leão Goettems M. Effect of photobiomodulation on pain perception during local anesthesia in children: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Anesth Pain Med.* 2026;26(1):1-18. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2026.26.1.1>
56. Hamouda AA, El-Habashy LM, Khalil A. The use of laser photobiomodulation as pre-anesthetic tissue management technique in reducing injection pain in children. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):717. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04430-3>
57. Uçar G, Şermet Elbay Ü, Elbay M. Effects of low level laser therapy on injection pain and anesthesia efficacy during local anesthesia in children: A randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent.* 2022;32(4):576-584. <https://doi.org/10.1111/ipd.12936>
58. Diab HM, El-Malt MA, Mourad YO. Evaluation of the effectiveness of photobiomodulation therapy as an alternative method to local anesthesia injection in pediatric dentistry. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2023;41(3):222-227. https://doi.org/10.4103/jisppd.jisppd_305_23
59. Saxena B, Goswami M, Saxena A, Padha S, Sharma A, Garg Y, et al. Auxillary aids for pain and anxiety reduction during dental local anesthesia in pediatric patients: a systematic review. *Evid Based Dent.* 2025;26(2):114-115. <https://doi.org/10.1038/s41432-024-01094-4>
60. Olszewska A, Matys J, Grzech-Leśniak K, Czajka-Jakubowska A. Enhanced Recovery of Local Anesthesia in Pediatric Patients: The Impact of Photobiomodulation on Reversing Anesthesia Effects. *Med Sci Monit.* 2024;30:e941928. <https://doi.org/10.12659/MSM.941928>
61. Noroozian M, Jalalian R, Fekrazad R. Photobiomodulation Therapy for Accelerating Soft Tissue Anesthesia Reversal and Preventing Self-Inflicted Injuries in Pediatric Dentistry: A Systematic Review. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2025;43(11):505-512. <https://doi.org/10.1177/25785478251381988>

Дата першого надходження статті до видання: 10.08.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.10.2026