

СУЧАСНА СТОМАТОЛОГІЯ

A C T U A L D E N T I S T R Y

www.dentalexpert.com.ua

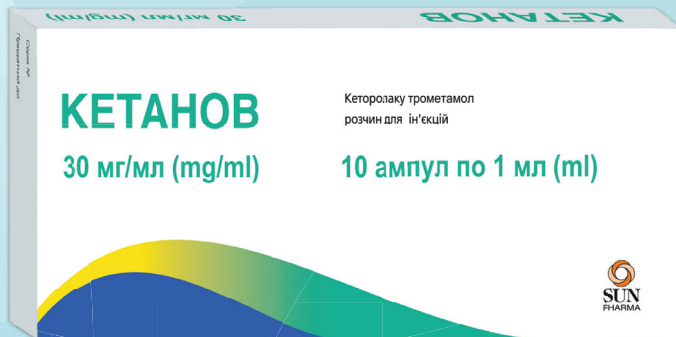
ISSN 1992-576X

ISSN-L 2786-7641



КЕТАНОВ®

кеторолаку трометамін



Витяг з інструкції для медичного застосування лікарського засобу КЕТАНОВ⁽¹⁾

Склад: Одна речовина: 1 мл розчину містить кеторолаку трометамолу 30 мг; допоміжні речовини: натрію хлорид, динатрію едетат, етанол 96%, вода для ін'єкцій, (натрію гідроксид або кислота хлористоводнева розведена додаються для корекції pH). **Лікарська форма.** Розчин для ін'єкцій. **Фармакотерапевтична група.** Нестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ), що демонструє анальгетичну активність. Механізм дії кеторолаку (які і інших НПЗЗ) зрозумілий не до кінця, але може пов'язуватися з інгібуванням синтезу простагландинів. Біологічна активність кеторолаку трометамолу пов'язана з S-формою. Кеторолаку трометамол не має седативних або ангіспазмолітичних властивостей. Найбільша різниця між величинами та найвищими дозами кеторолаку полягає у тривалості анальгезії. Анальгетична доза кеторолаку чинить також протизапальну дію.

Клінічні характеристики. **Показання.** Купірування помірного та сильного післяопераційного болю протягом нетривалого часу. **Особливості застосування.** Імовірність виникнення побічних ефектів можна мінімізувати, застосовуючи найменшу ефективну дозу протягом найкоротшого проміжку часу, необхідного для контролю симптомів. Лікарі мають знати, що у деяких пацієнтів знеболення настає тільки через 30 хвилин після парентерального введення. Слід уникати одночасного застосування кеторолаку та інших НПЗЗ, а також селективних інгібіторів циклооксигенази-2 (див. розділ «Протипоказання»). Комбіноване застосування кеторолаку трометамолу внутрішньом'язово та перорально дорослим пацієнтам не має перевищувати 2 дні. При лікуванні пацієнтів із серцевою, нирковою або печінковою недостатністю, які приймають диуретики, або пацієнтів після хірургічного втручання з гіповолемією необхідно проводити ретельний контроль діурезу та функцій нирок.

Спосіб застосування та дози. Рекомендовано застосовувати в умовах стаціонару. Після внутрішньом'язового введення анагезуюча дія спостерігається приблизно через 30 хвилин, максимальне знеболення настає через 1–2 години. Загалом середня тривалість анальгезії становить 4–6 годин. Дозу слід коригувати залежно від ступеня тяжкості болю та реакції пацієнта на лікування. Постійне внутрішньом'язове введення багаторазових доз кеторолаку має тривати не більше 2 днів, оскільки при тривалому застосуванні підвищується ризик розвитку побічних реакцій. Досвід тривалого застосування обмежений, оскільки переважно більшість пацієнтів переводили на пероральний прийом препарату або після періоду внутрішньом'язового введення пацієнти більше не мали потреби у знеболювальній терапії. Ризик виникнення побічних ефектів можна мінімізувати, застосовуючи найменшу ефективну дозу протягом найкоротшого проміжку часу, необхідного для контролю симптомів. Лікарський засіб не можна вводити епідурально або інтраспінально. **Дорослі.** Рекомендована початкова доза кеторолаку трометамолу становить 10 мг (0,3 мл препарату) із наступним введенням по 10–30 мг (0,3–1 мл препарату) кожні 4–6 годин (при необхідності). У початковому післяопераційному періоді кеторолаку трометамол при необхідності можна вводити кожні 2 години. Слід призначати мінімальну ефективну дозу. Загальна добова доза не має перевищувати 90 мг (3 мл препарату) для пацієнтів молодого віку, 60 мг (2 мл препарату) - для пацієнтів літнього віку, пацієнтів із нирковою недостатністю та пацієнтів із масою тіла менше 50 кг. Максимальна тривалість лікування не має перевищувати 2 дні. Пацієнтам із масою тіла менше 50 кг дозу необхідно зменшити. Можливе супутнє застосування опіоїдних анальгетиків (морфін, петидин). Кеторолак не має негативного впливу на зв'язування опіоїдних рецепторів і не посилює пригнічення дихання або седативну дію опіоїдних препаратів. Для пацієнтів, які парентерально отримують препарат і яких переводять на пероральний прийом кеторолаку трометамолу (таблетки), загальна комбінована добова доза не має перевищувати 90 мг (60 мг для пацієнтів літнього віку, пацієнтів із порушеннями функцій нирок та з масою тіла менше 50 кг). У той день, коли змінюють лікарську форму, дозу перорального компонента не має перевищувати 40 мг. На прийом пероральної форми пацієнтів слід переводити якнайшвидше. **Пацієнти літнього віку.** Пацієнтам віком від 65 років рекомендовано призначати найнижче значення діапазону дозування. Загальна добова доза не має перевищувати 60 мг. **Пацієнти з порушеннями функцій нирок.** Кеторолак протипоказаний при порушенні функцій нирок помірного та важкого ступеня. При менш виражених порушеннях необхідно зменшувати дозування (не вище 60 мг/добу внутрішньом'язово). **Діти.** Не застосовувати дітям віком до 16 років.

Побічні реакції: Є можливим розвиток побічних реакцій з боку травної системи, з боку печінки і жовчовивідних шляхів, з боку нервової системи, з боку серцево-судинної системи, з боку органів кровотворення, з боку дихальної системи, з боку сечовидільної системи, з боку шкіри з боку системи гемостазу з боку репродуктивної системи, з боку імунної системи, з боку органів чуття, загальні порушення та інші. Зміни лабораторних показників: відхилення від норми в функціональних тестах печінки. **Умови зберігання.** Зберігати в оригінальній упаковці при температурі не вище 25°C, у недоступному для дітей місці. **Упаковка.** По 1 мл в ампулі; по 10 ампул у картонній коробці.

Категорія відпуску. За рецептом. **Виробник.** Тераліс АТ / Teralis S.A.

Місцезнаходження виробника та його адреса місця провадження діяльності.

Вул. Фабрична, 124, 400632, м. Клуж-Напока, округ Клуж, Румунія.

Наказ Міністерства охорони здоров'я України 05.06.2020 № 1336. Реєстраційне посвідчення № UA/Z596/02/01

¹. Інструкція для медичного застосування лікарського засобу Кетанов.

Дато складання промовного матеріалу 17.07.2025р.

ІНСТРУКЦІЯ для медичного застосування лікарського засобу КЕТАНОВ.

На 4 ректально. Промовний матеріал на лікарський засіб КЕТАНОВ. Інформація про лікарський засіб для професійної діяльності медичних і фармацевтичних працівників, також для розповсюдження на семінарах, конференціях, симпозіумах, конгресах, круглих столах, інших будівельних заходах з медичної, фармацевтичної або реабілітаційної тематики які мають науковий, професійний та освітній характер. Рекомендовано ознайомитися з повною інформацією для медичного застосування препарату. Можливі побічні реакції. РП UA/Z596/02/01 від 25.03.2020 р. Для поширення про побічні реакції або при виникненні питань щодо якості препарату Ви можете зателефонувати по тел. в Україні: 0800 240 09 71 / +38 067 240 09 71 / +38 044 371 77 21 (вартість хвилини дзвінка відповість до тарифів Вашого оператора). Промовний матеріал розповсюджується виробником лікарського засобу Сан Фармасьютикал Індустрі Лімітед через ТОВ «Ранбакс Фармасьютикалс Україна» м. Київ, Харківське шосе, 175, оф. 14.



Рекомендовано ознайомитися з повною інструкцією для медичного застосування препарату!

ISSN 1992-576X



9 771992 576002

ЦИФРАН СТ

Препарат чинить швидку та виражену бактерицидну дію на мікроорганізми, що знаходяться як у фазі розмноження, так і у фазі спокою*



Лікарський засіб є комбінацією двох відомих антибактеріальних засобів – ципрофлоксацину і тинідазолу*

Витяг з інструкції для медичного застосування лікарського засобу Цифран СТ *

Склад: діючі речовини: ciprofloxacin, tinidazole; 1 таблетка, вкрита оболонкою, містить ципрофлоксацину гідрохлориду еквівалентно ципрофлоксацину 500 мг; тинідазолу 600 мг. **Клінічні характеристики. Показання.** Лікування змішаних інфекцій, викликаних чутливими анаеробними і аеробними мікроорганізмами: хронічний синусит, абсцес легень, емпієма, внутрішньочеревні інфекції. **Протипоказання.** Підвищена чутливість до ципрофлоксацину або до інших фторхінолонів, підвищена чутливість до тинідазолу або до інших похідних 5-нітроімідазолу, а також до будь-якого компонента препарату. **Спосіб застосування та дози.** Цифран СТ приймати внутрішньо, запиваючи достатньою кількістю води. Режим дозування і тривалість лікування визначає лікар індивідуально залежно від локалізації, ступеня тяжкості перебігу патологічного процесу, а також чутливості збудників захворювання. Дорослим рекомендується 1 таблетка 2 рази на добу. **Побічні реакції.** Спирчинені ципрофлоксацином. **Інфекції та інвазії:** кандидоз – нечасто; антибіотикоасоційований коліт – рідко. **Категорія відпуску.** За рецептом. **Виробник.** Сан Фармасьютікал Індастріз Лімітед, Sun Pharmaceutical Industries Limited. **Місцезнаходження виробника та адреса місця провадження його діяльності.** Індастріал Ареа 3, Девас – 455001, Індія Industrial Area 3, Dewas, 455001, India

Р.П. № UA/6375/01/01

*Інструкція для медичного застосування препарату ЦИФРАН СТ.

Не є рекламою. Дана інформація призначена виключно для дипломованих фахівців медичної сфери, а також для поширення на семінарах, конференціях, симпозіумах з медичної тематики. **Увага!** Є протипоказання та побічні дії. **Рекомендовано ознайомитися з повною інструкцією для медичного застосування препарату Цифран СТ**

ТОВ «Ранбаксі Фармасьютікалс Україна» (група компаній «САН ФАРМА»).
02121, Україна, м. Київ, Харківське шосе, 175, оф. 14.



Повна інформація про лікарський засіб міститься в інструкції для медичного застосування.



УДК 616.31:001.891/.895](051)



DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sdent.2026.02.001>

Головний редактор

Костянтин Лихота (Київ, Україна)

Науковий радник

Юлія Коленко (Київ, Україна)

Редакційна колегія

Олена Астапенко (Київ, Україна)

Наталія Біденко (Київ, Україна)

Ян Варес (Львів, Україна)

Олена Дорошенко (Київ, Україна)

Зінаїда Жегулович (Київ, Україна)

Олександр Канюра (Київ, Україна)

Тетяна Костюк (Київ, Україна)

Наталія Литовченко (Київ, Україна)

Валерій Неспрядько (Київ, Україна)

Зіновій Ожоган (Івано-Франківськ, Україна)

Віталій Парій (Київ, Україна)

Тетяна Петрушанко (Полтава, Україна)

Анатолій Потапчук (Ужгород, Україна)

Олександр Савичук (Київ, Україна)

Рената Симоненко (Київ, Україна)

Вадим Скібіцький (Київ, Україна)

Чингіз Рагімов (Баку, Азербайджан)

Раміда Шадлінська (Баку, Азербайджан)

Махир Алиса Сафаров (Баку, Азербайджан)

Випусковий редактор

Катерина Кондратець

Технічний редактор

В'ячеслав Горобченко

Засновники

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика,

Товариство з обмеженою відповідальністю

«ВИДАВНИЧИЙ БУДИНОК ЕКСПЕРТ»

Наукова співпраця

Національний медичний університет імені

О. О. Богомольця, Громадська організація «Асоціація стоматологів України», Українська асоціація щелепно-лицевих хірургів і хірургів-стоматологів, Українська Асоціація

Пародонтології та Остеоінтеграції (UAPerIO),

Українська Асоціація профілактичної і дитячої стоматології.

Видавець

ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ БУДИНОК ЕКСПЕРТ»

Рекомендовано

Вченою радою Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, 15.04.2026 р. Протокол № 4.

Журнал «Сучасна стоматологія» реферується

Інститутом проблем реєстрації інформації

НАН України

Адреса редакції:

01014, м. Київ, вул. Звіринська, 63,

тел./факс: (044) 230–27–19

E-mail: med_expert@ukr.net,

www.dentalexpert.com.ua

Журнал зареєстрований в Національній раді України

з питань телебачення та радіомовлення та внесений

до Реєстру суб'єктів у сфері медіа, рішення № 560

від 29.02.2024 р. Ідентифікатор медіа R30-03094.

Журнал видається з вересня 1997 року.

Тираж 5000 екз.

Періодичність виходу — 6 разів на рік.

Підписано до друку 15.05.2026 р.

Статті, надруковані в журналі

«СУЧАСНА СТОМАТОЛОГІЯ», рецензовані.

Передрук матеріалів тільки з письмового дозволу

редакції, посилання на журнал обов'язкове.

Редакція та видавці не несуть відповідальності

за достовірність рекламної інформації.

Відповідальність за зміст реклами несуть рекламодавці.

Журнал «Сучасна стоматологія»

включений до Переліку наукових фахових видань

України, категорія Б (кластер «Біологія, біотехнології, медицина

та реабілітація», спеціальність І1 «Стоматологія»)

згідно з наказом МОН України № 1471 від 26.11.2020 р.

Індексація журналу «Сучасна стоматологія»:

web-платформа реєстраційної агенції Crossref

(видавничий префікс: 10.33295); Index Copernicus,

пошукова система академічних текстів Google Scholar;

загальнодержавний репозитарій Національна бібліотека

України ім. В. І. Вернадського;

науковий індекс ResearchBib.

Оформити передплату на журнал «СУЧАСНА СТОМАТОЛОГІЯ» Ви можете

в усіх відділеннях зв'язку України, а також в агентствах передплати

Передплатний індекс: 22924.

© Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, 2026 р.

© ТОВ «ВИДАВНИЧИЙ БУДИНОК ЕКСПЕРТ», 2026 р.

Формат 60×90 1/8. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 11,7. Обл.-вид. арк. 19,8. Загальний тираж 5000 екз.

Надруковано у видавництві «Наукова столиця», м. Київ, вул. Героїв Оборони, 8, тел.: (050) 411-66-51. www.science.org.ua

UDC 616.31:001.891/.895](051)



DOI: <https://doi.org/10.192-576X-2026-2>

Editor in Chief

Kostiantyn Lykhota (Kyiv, Ukraine)

Scientific advisor

Yulia Kolenko (Kyiv, Ukraine)

Editorial Board

Olena Astapenko (Kyiv, Ukraine)

Natalia Bidenko (Kyiv, Ukraine)

Yan Vares (Lviv, Ukraine)

Olena Doroshenko (Kyiv, Ukraine)

Zinaida Zhehulovych (Kyiv, Ukraine)

Oleksandr Kaniura (Kyiv, Ukraine)

Tetiana Kostiuk (Kyiv, Ukraine)

Nataliia Lytovchenko (Kyiv, Ukraine)

Valeriy Nespryadko (Kyiv, Ukraine)

Zinovi Ozhogan (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

Vitalii Parii (Kyiv, Ukraine)

Tetyana Petrushanko (Poltava, Ukraine)

Anatoliy Potapchuk (Uzhhorod, Ukraine)

Oleksandr Savychuk (Kyiv, Ukraine)

Renata Symonenko (Kyiv, Ukraine)

Vadym Skibitskyi (Kyiv, Ukraine)

Chingiz Rahimov (Baku, Azerbaijan)

Ramida Shadlinskaya (Baku, Azerbaijan)

Mahir Alisa Safarov (Baku, Azerbaijan)

Issue editor

Kateryna Kondratets

Prepress editor

Viacheslav Horobchenko

Founders

SHUPYK NATIONAL HEALTHCARE UNIVERSITY
OF UKRAINE,
VYDAVNYCHYY BUDYNOK EXPERT LLC.

Scientific cooperation

National Medical University named after O. O. Bogomolets,
Public organization Association of Dentists of Ukraine,
UKRAINIAN ASSOCIATION FOR MAXILLOFACIAL &
ORAL SURGEONS,
Ukrainian Association of Periodontology and
Osseointegration (UAPerIO),
Ukrainian Association of Preventive and Children's Dentistry.

Publisher

VYDAVNYCHYY BUDYNOK EXPERT LLC

Recommended by

Scientific Council of SHUPYK NATIONAL HEALTHCARE
UNIVERSITY OF UKRAINE Protocol No. 4,
dated April 15, 2026
The journal **ACTUAL DENTISTRY** is reviewed
by the Institute for Information Recording of NAS of Ukraine

Publishing office address:

Ukraine, 01014, Kyiv, Zverinetskaya Str. 63,
Tel/fax: +38 (044) 230 27 19,
e-mail: med_expert@ukr.net,
www.dentalexpert.com.ua

Registered in the National Council of Ukraine for Television
and Radio Broadcasting and entered in the Register
of Media Entities, Decision No. 560 dated February 29, 2024.
Media identifier R30-03094.

The Journal has been published since 1997.

Circulation: 5,000.

Publication frequency: 6 times a year.

Signed for printing: May 15, 2026

Articles published in the journal **ACTUAL DENTISTRY** are refereed.

All material may not be reproduced without the expressed written
consent of the publisher.

Pass-through copyright of **ACTUAL DENTISTRY**
journal is compulsory.

Editors and publishers are not responsible
for the reliability of advertising information.

The journal **ACTUAL DENTISTRY** is included in the List of Scientific
Specialized Editions of Ukraine of category B (cluster *Biology,*
Biotechnology, Medicine, and Rehabilitation; specialty I1 *Dentistry*)
according to the order of the Ministry of Education and Science of
Ukraine No. 1471 dated November 26, 2020.

Indexing of the journal **ACTUAL DENTISTRY**:
web-platform of the registration agency Crossref
(publisher prefix: 10.33295); Index Copernicus,
Google Scholar (academic search engine);
national repository National Library of Ukraine named after V.
I. Vernadsky; an academic search/indexing service for scholarly
resources *ResearchBib*.

You can subscribe to the journal 'ACTUAL DENTISTRY'
at all post offices of Ukraine, as well as at subscription agencies.
Subscription index: 22924.

ЗМІСТ**CONTENTS****ПРОФІЛАКТИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ****PREVENTIVE DENTISTRY**

Голінка О. П., Мелікова К. Я. Ефективність використання міжзубних йоржиків для контролю мікробіоценозу біоплівки: порівняльний аналіз та практичні рекомендації

5 Golinka, O., & Melikova, K. The Effectiveness of Interdental Brushes for Biofilm Microbiocenosis Control: A Comparative Analysis and Practical Recommendations

ПАРОДОНТОЛОГІЯ ТА ЗАХВОРЮВАННЯ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ ПОРОЖНИНИ РОТА**PERIODONTOLOGY AND ORAL MUCOSAL DISEASES**

Репецька О. М., Попович З. Б. Особливості кальцій-фосфорного метаболізму ротової рідини у осіб із генералізованим пародонтитом за умов гіпотиреозу

21 Repetska, O., & Popovych, Z. Peculiarities of Oral Fluid Calcium-Phosphorus Metabolism in Individuals with Generalized Periodontitis under Hypothyroidism

СТОМАТОЛОГІЯ ДИТЯЧОГО ВІКУ**PEDIATRIC DENTISTRY**

Лихота К. М., Ватага К. А. Вплив патології прикусу, стану пародонта та порушень дихальної функції на якість життя дітей 6–14 років

28 Lykhota, K., & Vataga, K. Impact of Malocclusion, Periodontal Status, and Respiratory Function Disorders on the Quality of Life in Children Aged 6–14 Years

Кістенюк М. О., Мельник А. О. Визначення стану постійних зубів з незавершеним формуванням коренів у дітей, що звернулись з метою ортодонтичного лікування

37 Kistenyuk, M., & Melnyk, A. Assessment of the State of Permanent Immature Teeth in Children Presented for Orthodontic Treatment

Зайцева Є. М., Легенчук О. В. Стоматологічний статус як критерій вибору засобів та методів гігієнічного догляду у дітей

43 Zaitseva, E., & Legenchuk, O. Oral Health Status as a Criterion for Selecting Oral Hygiene Products and Methods in Children

Павлишин М. В. Комплексне лікування запальних змін у тканинах пародонту дітей, які проживають в екологічно забруднених зонах Прикарпаття

48 Pavlyshyn, M. Comprehensive Treatment of Inflammatory Changes in Periodontal Tissues of Children Residing in Ecologically Polluted Areas of the Prykarpattia Region

КЛІНІЧНА СТОМАТОЛОГІЯ**CLINICAL DENTISTRY**

Деркач Л. З., Махлинець Н. П., Козут В. Л. Порушення кровопостачання тканин пародонта у пацієнтів із зубощелепними аномаліями на тлі змін архітекτονіки присінка ротової порожнини на різних етапах комплексного лікування

55 Derkach, L., Makhlynets, N., & Kohut, V. Changes in Periodontal Blood Supply in Patients with Maxillomandibular Anomalies and Vestibular Architectonic Disorders during Complex Treatment

Клітинська О. В., Розук І. А. Аналіз застосування спектральних методів при відновленні твердих тканин зубів непрямыми реставраціями (огляд літератури)

62 Klitynska, O., & Roziuk, I. Analysis of the Application of Spectral Methods in the Restoration of Hard Dental Tissues by Indirect Restorations: A Literature Review

ГНАТОЛОГІЯ**GNATHOLOGY**

Хомяк К. М., Костюк Т. М. Застосування синхроміографічного аналізу Teethan у пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба

71 Khomiak, K., & Kostiuk, T. The Application of Teethan Electromyographic Analysis in Patients with Temporomandibular Disorders

ОРТОПЕДИЧНА СТОМАТОЛОГІЯ**PROSTHODONTICS**

Скібіцький В. С., Богатирьова Д. І. Ортопантомографія як один із додаткових методів діагностики під час дентальної імплантації: сучасний стан поширеності проблематики серед різних вікових груп населення. Частина 1

77 Skibitskyi, V., & Bohatyrova, D. Orthopantomography as One of the Additional Diagnostic Methods in Dental Implantology: Current State of Prevalence of the Issue Among Different Age Groups of the Population. Part 1

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СТОМАТОЛОГІЇ**CONTEMPORARY TECHNOLOGIES IN DENTISTRY**

Шекера О. О., Пальчиков А. В., Гончарук-Хомин М. Ю. До питання трендів цифровізації у пародонтологічній практиці: аналіз сучасних концепцій та особливостей практичної імплементації

81 Shekera, O., Palchykov, A., & Goncharuk-Khomyn, M. Digitalization Trends in Periodontal Practice: An Analysis of Modern Concepts and Clinical Implementation

ОРИГІНАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ**ORIGINAL RESEARCH**

Макєєв В. Ф., Шибінська М. В. Анкети ОНІР-49, ОНІР-14, ОНІР-TMD, ОНІР-5, їхні українські версії та порівняльна оцінка соціального та діагностичного значення у визначенні скронево-нижньощелепних розладів

93 Makeyev, V., & Shybinska, M. OhIP-49, OhIP-14, OhIP-TMD, and OhIP-5 Questionnaires, Their Ukrainian Versions and a Comparative Assessment of Social and Diagnostic Value in Determining Temporomandibular Disorders

Харкевич Н. О., Дмитришин Т. М. Взаємозв'язок стресостійкості, тривожності та ознак бруксизму у пацієнтів із частковими дефектами зубних рядів

103 Kharkevych, N., & Dmytryshyn, T. Interrelationship of Resilience, Anxiety, and Signs of Bruxism in Patients with Partial Tooth Loss

Дорошенко О. М., Малашенко Н. Ю. Прогностична модель оцінки складності ортодонтичного лікування ретендованих верхніх ікол за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії

111 Doroshenko, O., Malashenko, N. A Predictive Model for Assessing the Difficulty of Orthodontic Treatment of Impacted Maxillary Canines Using Cone-Beam Computed Tomography

Біда В. І., Гуменюк В. О. Методи багатовимірної статистичної аналізу в дослідженнях мікробіому порожнини рота при захворюваннях пародонта та післяімплантаційних ускладненнях: сучасний стан і перспективи застосування

125 Bida, V., & Humeniuk, V. Multivariate Statistical Analysis Methods in Oral Microbiome Research for Periodontal Diseases and Peri-Implant Complications: Current Status and Application Prospects

МІЖДИСЦИПЛІНАРНА СТОМАТОЛОГІЯ**INTERDISCIPLINARY DENTISTRY**

Симоненко Р. В., Трегубенко А. О., Соловйова Г. А., Маковей Я. В. Менеджмент ортопедичної реабілітації пацієнта з агресивним пародонтитом і метаболічно асоційованою стеатотичною хворобою печінки в концепції «All-on-6»

133 Symonenko, R., Trehubenko, A., Soloviova, H., & Makovei, Y. Management of prosthodontic Rehabilitation in a patient with Aggressive periodontitis and Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease Using the "All-on-6" Concept

ОРТОДОНТІЯ**ORTHODONTICS**

Мехмані І. Г., Мехмані В. Р., Алієв М. С. А. Ортодонтичне лікування пацієнтів з ментальними та інтелектуальними порушеннями: систематичний огляд

145 Mehmani, I., Mehmani, V., & Aliyev, M. Orthodontic Treatment of Patients with Mental and Intellectual Disabilities: A Systematic Review

Ісакова О., Боднарчук Н., Пирчак Г., Колесніченко О., Колесніченко В. Порівняльна ефективність, валідність та судово-медична значущість методів Demirjian та Cameriere для визначення зубного віку у дітей в Україні та світі

151 Isakova, O., Bodnaruk, N., Girchak, G., Kolesnichenko, O., & Kolesnichenko, V. Comparative Effectiveness, Validity and Forensic Significance of the Demirjian and Cameriere Methods for Dental Age Estimation in Children in Ukraine and Worldwide

Кірієнко Ю. Ю., Філоненко В. В. Ускладнення під час ортодонтичного лікування дітей із зубощелепними деформаціями та у віддаленій перспективі

163 Kirienko, Yu., & Filonenko, V. Complications of Orthodontic Treatment in Children with Dentofacial Deformities: Acute and Long-Term Outcomes

ЗМІСТ

CONTENTS

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

EXPERIMENTAL RESEARCH

Любченко О. В., Петрашко В. Я. Експериментальне порівняння репаративних процесів у кісткових дефектах щелеп кроликів за використання біологічних і синтетичних матеріалів

173

Liubchenko, O., & Petrashko, V. Experimental Comparison of Reparative Processes in Mandibular Bone Defects of Rabbits Using Biological and Synthetic Graft Materials

Ступницький Р. М., Ступницький І.-О. Р. Вивчення структури щелепних кісток у клініці обстеження та хірургічної підготовки до стоматологічного лікування в експерименті

182

Stupnytsky, R., & Stupnytskyi, I.-O. Study of Jaw Bone Structure in Clinical Examination and Surgical Preparation for Dental Treatment: An Experimental Approach

ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ТА ВИЩА МЕДИЧНА ОСВІТА

HEALTHCARE ORGANIZATION AND HIGHER MEDICAL EDUCATION

Воловик І. А., Ватанха Т. В. Національні та міжнародні стандарти якості вищої медичної освіти: інтеграція України до європейського освітнього простору

189

Volovyk, I., Vatankha, T. National and International Quality Standards in Higher Medical Education: Ukraine's Integration into the European Higher Education Area

ПОСТ-РЕЛІЗ

POST-RELEASE

Стоян О., Савельєва Н., Томіліна Т. Нові освітні підходи в умовах війни: гостьові лекції як інструмент розвитку стоматологічної освіти

198

Stoyan O., Savelieva N., & Tomilina T. New Educational Approaches in Wartime: Guest Lectures as a Tool for Advancing Dental Education



Видавництво «Наукова столиця» видання наукової літератури та періодики

Забезпечуємо повний супровід видання — від верстки та підготовки макета до друку готового тиражу.

Видаємо:

в електронному та паперовому форматах

- монографії
- автореферати
- дисертації
- підручники та методичні посібники
- наукові журнали
- каталоги, буклети та матеріали для медичних заходів

Наші контакти

- 📍 м. Київ, вул. Героїв Оборони, 8
- ☎ 050-411-66-51
- ✉ muSetess@gmail.com
- 🌐 <https://science.org.ua/>

Ольга Голінка¹, Катерина Мелікова²¹ ФОП, приватна практика, м. Київ, Україна² ПВНЗ «Київський медичний університет», м. Київ, Україна

Ефективність використання міжзубних йоржиків для контролю мікробіоценозу біоплівки: порівняльний аналіз та практичні рекомендації

▷ **Актуальність.** Біоплівка в апроксимальних ділянках зубів залишається ключовим етіологічним фактором розвитку гінгівіту, пародонтиту та апроксимального карієсу. Незважаючи на регулярне використання мануальних або електричних зубних щіток, до 40% поверхонь зубів залишаються недостатньо очищеними — переважно в міжзубних проміжках. Через це впровадження допоміжних засобів інтердентальної гігієни є критично важливим, а міжзубні йоржики демонструють серед них найвищу клінічну ефективність у рутинному контролі мікробіоценозу.

Мета дослідження. Метою цієї роботи є аналіз сучасних наукових даних щодо ефективності міжзубних йоржиків у контролі біоплівки порівняно з іншими засобами інтердентальної гігієни та формування практичних рекомендацій для лікарів-стоматологів і гігієністів.

Результати. Аналіз сучасних наукових публікацій показав, що міжзубні йоржики є ефективним засобом контролю біоплівки в апроксимальних ділянках. У більшості досліджень встановлено достовірне зниження індексу нальоту та індексу кровоточивості ясен порівняно з використанням лише зубної щітки.

Порівняльні дані свідчать про вищу ефективність міжзубних йоржиків у зменшенні запальних проявів ясен порівняно з флосом у пацієнтів з відкритими міжзубними проміжками. Власні клінічні спостереження підтвердили позитивну динаміку клінічних показників та підвищення комплаєнсу пацієнтів за умови індивідуального підбору розміру йоржика.

Висновки. Міжзубні йоржики є ефективним засобом контролю біоплівки в апроксимальних ділянках, сприяють зменшенню запальних змін ясен та відіграють важливу роль у профілактиці карієсу і захворювань пародонта. Їх застосування є доцільним за умови індивідуального підбору, належного навчання пацієнта техніці використання, урахування клінічної ситуації, зручності форми виробу та регулярності застосування. Особливого значення міжзубні йоржики набувають у пацієнтів з імплантатами, ортодонтичними та ортопедичними конструкціями як складова підтримуючої індивідуальної гігієни.

Ключові слова: біоплівка, міжзубні засоби гігієни, міжзубні йоржики, флос, індивідуальна гігієна, пародонт.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Контроль міжзубної біоплівки є критично важливим компонентом профілактики карієсу контактних поверхонь та запальних захворювань пародонта [1–3]. Незважаючи на широку доступність засобів інтердентальної гігієни, питання їх клінічної ефективності та раціонального вибору

залишається предметом наукового аналізу. Особливої уваги потребують пацієнти з дентальними імплантатами, ортодонтичними та ортопедичними конструкціями, а також із розширеними міжзубними проміжками [4, 5]. У цих клінічних ситуаціях стандартні методи очищення часто є недостатніми, що зумовлює необхідність індивідуального підбору засобів гігієни.

Зростання асортименту міжзубних йоржиків, їхня варіабельність за формою, розміром та конструкцією, а також поява спеціальних вимірювальних зондів для визначення розміру міжзубного простору формують нові підходи до персоналізованого підбору інтердентальних засобів [6, 7]. Вибір йоржика має ґрунтуватися на клінічній ситуації, анатомічних особливостях пацієнта та рекомендаціях фахівця. У статті представлено аналіз сучасних наукових даних щодо ефективності міжзубних йоржиків у контролі біоплівки, зменшенні запальних змін ясен та профілактиці карієсу контактних поверхонь, а також сформульовано практичні рекомендації щодо їх раціонального застосування у щоденній клінічній практиці.

Метою цієї роботи є аналіз сучасних наукових даних щодо ефективності міжзубних йоржиків у контролі біоплівки порівняно з іншими засобами інтердентальної гігієни та формування практичних рекомендацій для лікарів-стоматологів і гігієністів.

Матеріали та методи

Робота виконана у форматі аналітичного огляду наукових публікацій із залученням власного клінічного досвіду авторів. Інформаційний пошук проведено в електронних базах науково-медичної інформації PubMed, Scopus, Web of Science. Пошук здійснювали за ключовими словами українською та англійською мовами: «біоплівка», «міжзубні засоби гігієни», «йоржики», «флос», «індивідуальна гігієна», «dental biofilm», «interdental brushes», «dental floss», «oral hygiene» із використанням логічних операторів AND та OR. До аналізу включали клінічні рандомізовані дослідження, систематичні огляди та метааналізи, що оцінювали ефективність інтердентальних засобів у зменшенні індексу нальоту та кровоточивості ясен. Перевагу надавали публікаціям останніх 10–15 років. Роботи з недостатнім описом методології або відсутністю чітко визначених клінічних показників до аналізу не включали.

Аналітична обробка матеріалу передбачала порівняння результатів щодо впливу міжзубних йоржиків та зубної нитки на показники гігієнічного стану порожнини рота, рівень запальних змін у тканинах пародонта та комплаєнс пацієнтів. Результати аналізу сучасної наукової літератури свідчать, що міжзубні йоржики демонструють статистично значуще зниження індексів нальоту та показників кровоточивості ясен порівняно із застосуванням флосу, особливо у пацієнтів із відкритими міжзубними просторами та пародонтальними змінами (Slot

et al., 2008; Sälzer et al., 2015; Imai et al., 2011) [10, 11].

Критеріями включення були:

- дослідження за участю дорослих пацієнтів;
- порівняльна оцінка міжзубних йоржиків із зубною ниткою або іншими засобами інтердентальної гігієни;
- наявність кількісних показників (індекс нальоту, індекс кровоточивості, показники гінгівіту).

Окрему складову дослідження становить власний клінічний досвід авторів, сформований у практиці лікаря-пародонтолога та лікаря загальної стоматологічної практики. Аналіз клінічних спостережень охоплював оцінку комплаєнсу пацієнтів, індивідуальний підбір розмірів йоржиків, динаміку індексів гігієни та стану ясен у процесі регулярного використання міжзубних засобів [8]. Поєднання доказових даних із клінічним досвідом дозволило сформулювати практично орієнтовані рекомендації щодо застосування міжзубних йоржиків у щоденній стоматологічній практиці.

Сучасна стоматологія характеризується постійним розширенням асортименту інноваційних матеріалів та вдосконалених засобів гігієни. Щороку на ринку з'являються нові продукти для догляду за ротовою порожниною, що створює широкі можливості для якісного догляду, проте ускладнює для пацієнтів процес раціонального вибору. Сьогодні споживачі мають вільний доступ до різноманітної дентальної продукції, проте далеко не всі керуються критеріями клінічної ефективності. Дуже часто рішення про покупку приймається під впливом маркетингових факторів, ціни чи непрофесійних рекомендацій. Однак ефективність засобів гігієни залежить від індивідуального клінічного статусу: стану тканин пародонта, наявності ортодонтичних конструкцій, чутливості твердих тканин зубів, що потребує персоналізованого підходу. Окремої уваги заслуговує тенденція пацієнтів зосереджуватися виключно на виборі зубної пасти. Безумовно, хімічний склад пасти має значення, однак із професійної точки зору ключову роль у збереженні здоров'я ясен і профілактиці запальних захворювань відіграють правильно підібрана зубна щітка та міжзубні йоржики. Саме механічне очищення є основою гігієни: воно дозволяє ефективно видаляти зубний наліт — головний етіологічний чинник карієсу та хвороб пародонта. Хімічні компоненти засобів гігієни (паста, ополіскувачі) не спроможні компенсувати незадовільну якість механічного руйнування біоплівки.

Аналіз власної клінічної практики свідчить, що переважна більшість пацієнтів не використовують міжзубні йоржиків у щоденній гігієні. Головним чинником цього є низький рівень поінформованості пацієнтів щодо сучасних методів інтердентальної профілактики. Значна частина пацієнтів дотримується стереотипного уявлення, що дворазового чищення зубів із застосуванням зубної пасти цілком достатньо. Використання зубної нитки (флосу) часто є нерегулярним або супроводжується порушенням мануальної техніки. Водночас основна кількість зубного нальоту накопичується саме в міжзубних проміжках — у ділянках, куди звичайна щітка фізично не може повноцінно проникнути. Саме там найчастіше починається запалення ясен, яке з часом може перейти у захворювання тканин пародонта.

Іншим важливим аспектом клінічної практики є проста констатація потреби використання міжзубних йоржиків без належного супроводу пацієнта. Дана рекомендація потребує детального клінічного обґрунтування та персоналізованого підбору. Широкий асортимент представлених на ринку розмірів і форм інтердентальних засобів унеможливує їх коректний самостійний вибір пацієнтом.

Невідповідність розміру йоржика параметрам міжзубного простору призводить до двох основних негативних наслідків:

- застосування занадто малого розміру знижує ефективність видалення біоплівки, що зумовлює відсутність очікуваного клінічного ефекту та втрату мотивації пацієнта;
- використання надмірного розміру супроводжується механічною травматизацією маргінальних ясен, больовими відчуттями та зниженням комплаєнсу.

В Україні організаційні аспекти забезпечення населення засобами інтердентальної гігієни мають певну специфіку. Попри те, що у світовій практиці міжзубні йоржиків інтегровані в базові протоколи профілактики захворювань пародонта, в роздрібній аптечній мережі та мас-маркеті їх асортимент часто є обмеженим. Забезпечення повної лінійки розмірів у загальнодоступних точках продажу залишається ускладненим. Найчастіше пацієнти реалізують два варіанти маршрутизації: придбання засобів через спеціалізовані інтернет-платформи або безпосередньо в стоматологічній клініці (рис. 1). Реалізація засобів гігієни безпосередньо у клініці одразу після професійного підбору лікарем суттєво оптимізує цей процес, мінімізує ризик помилки при покупці та оптимізує комплаєнс пацієнта.



Рис. 1. Набір міжзубних йоржиків (бренд GUM), за допомогою якого лікар може підібрати потрібний розмір для пацієнтів.

Самостійний пошук інтердентальних засобів в інтернет-мережі супроводжується труднощами, пов'язаними з диференціацією необхідних характеристик виробу. Значна кількість брендів, розмірів, варіантів кольорового маркування, а також відмінності в діаметрі металевої основи та щетини за відсутності професійного супроводу дезорієнтують пацієнта. У таких умовах критерії вибору за кольірною гамою, метричними параметрами чи описом товару часто є суб'єктивними.

Наступною клінічною проблемою є точність визначення розміру міжзубного простору безпосередньо лікарем. Візуальна оцінка («на око») є недостатньо точним методом для забезпечення довготривалого профілактичного результату. Саме тому в сучасній пародонтологічній практиці доцільно використовувати спеціальні калібрувальні пластикові зонди з кольорним маркуванням (рис. 2). Вони дозволяють об'єктивно визначити ширину міжзубного проміжку та підібрати йоржик, котрий забезпечить щільне, проте атравматичне входження щетинок.

Зокрема, провідні виробники інтердентальних засобів (наприклад, GUM та Curaprox) пропонують уніфіковані калібрувальні системи. Алгоритм їх використання базується на принципі кольорової відповідності: зонд із кольоровим маркуванням обережно вводиться в міжзубний простір до відчуття легкого опору тканин. Колір сегмента, на якому зонд фіксується без надмірного зусилля,

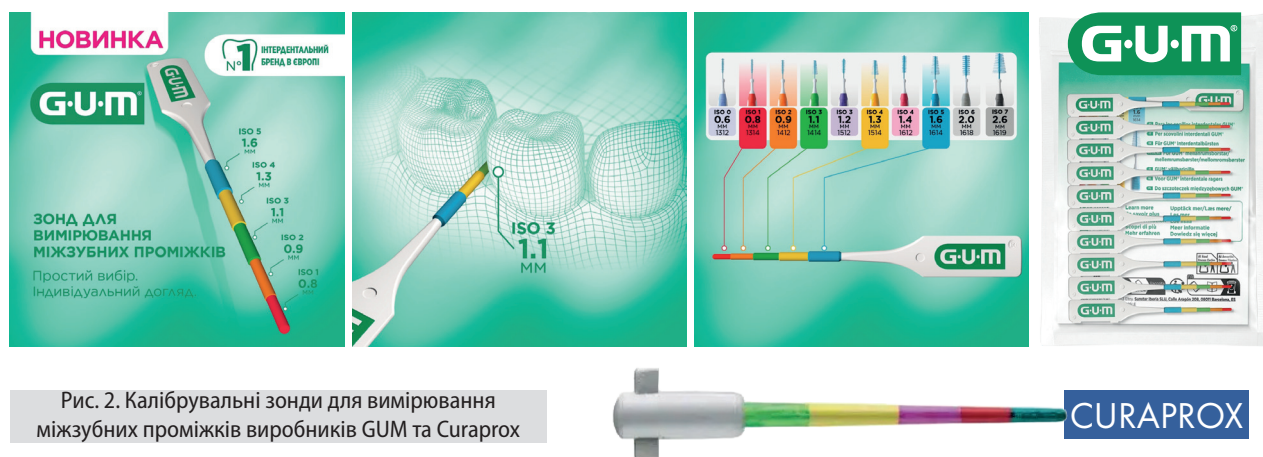


Рис. 2. Калібрувальні зонди для вимірювання міжзубних проміжків виробників GUM та Curaprox

відповідає рекомендованому розміру інтердентального йоржика.

Міжзубні йоржики забезпечують ефективне механічне очищення контактних поверхонь зубів, руйнуючи бактеріальну біоплівку — головний етіологічний чинник гінгівіту та пародонтиту. За умови правильного підбору розміру та регулярного використання вони значно зменшують кровоточивість ясен, нормалізують клінічні параметри тканин пародонта та знижують ризик розвитку локальних запальних ускладнень.

Аналіз конструктивних особливостей інтердентальних засобів засвідчує наявність систематизованих шкал розмірів та відповідного кольорового маркування, що суттєво полегшує персоналізований підбір. На сучасному стоматологічному ринку провідні виробники пропонують розгалужені лінійки виробів; зокрема, у системі індивідуальної гігієни бренду GUM представлено 10 розмірів (рис. 3), кожен з яких верифікується за чітко визначеним кольором. Такий підхід оптимізує роботу лікаря на етапі клінічного підбору

та спрощує ідентифікацію засобів пацієнтом під час щоденного використання.

Колірна градація та відповідні параметри робочої частини (на прикладі лінійки інтердентальних йоржиків GUM) мають таку структуру:

- 0,6 мм — бузковий;
- 0,8 мм — червоний;
- 0,9 мм — помаранчевий;
- 1,1 мм — салатковий;
- 1,2 мм — фіолетовий;
- 1,3 мм — жовтий;
- 1,4 мм — малиновий;
- 1,6 мм — блакитний;
- 2,0 мм — сірий;
- 2,6 мм — чорний.

Важливим клінічним етапом є первинне ознайомлення пацієнта з інтердентальними йоржиками як засобом очищення міжзубних проміжків. На цьому етапі необхідно продемонструвати інструмент візуально, а також детально пояснити його призначення, механізм дії та переваги порівняно з альтернативними методами гігієни.



Рис. 3. Різновиди міжзубних йоржиків (бренд GUM).



Рис. 4. Підбір міжзубних йоржиків необхідного розміру та навчання пацієнта правильному їх застосуванню в умовах клінічного прийому

Пацієнт повинен розуміти, що міжзубні йоржики забезпечують ефективне видалення біоплівки в ділянках, недоступних для стандартної мануальної чи електричної зубної щітки, що є ключовим фактором профілактики гінгівіту та пародонтиту. Особливу увагу слід приділити різноманітності інтердентальних засобів. На сучасному ринку наявний широкий асортимент виробів, які відрізняються діаметром робочої частини, довжиною та жорсткістю щетини, формою тримача та іншими конструктивними особливостями. Важливо підкреслити, що кольорова індикація, яка використовується різними виробниками для маркування розміру, не є уніфікованою. Один і той самий колір у продукції різних компаній може відповідати різним діаметрам. Саме тому пацієнтові рекомендовано орієнтуватися не на колір, а на конкретний розмір (діаметр у міліметрах), визначений під час клінічного підбору.

З огляду на анатомічну варіабельність міжзубних проміжків, пацієнт може потребувати декількох розмірів інтердентальних засобів — від двох до шести, а іноді й більшої кількості. Проте на первинному прийомі доцільно обмежитися підбором двох, максимум трьох розмірів. Такий підхід має поведінкове обґрунтування: поступове впровадження нової гігієнічної навички підвищує прихильність до рекомендацій та сприяє формуванню стабільної звички регулярного використання. Надмірна кількість інструментів на початковому етапі може ускладнити процес адаптації та знизити мотивацію пацієнта.

Обов'язковим компонентом інструктажу є попередження про можливу кровоточивість ясен на початковому етапі застосування. Пацієнту слід пояснити, що поява крові не свідчить про неправильну техніку чи травматизацію за умов дотримання рекомендацій щодо підбору розміру та сили тиску. Кровоточивість у зазначеному контексті розглядається як клінічний прояв наявного запального процесу, оскільки одним

із кардинальних симптомів запалення є підвищена васкулярна реактивність тканин. За умови регулярного та коректного очищення міжзубних ділянок відбувається зменшення бактеріального навантаження, редукція запалення і, відповідно, поступове зникнення кровоточивості.

Таким чином, етап первинного ознайомлення з інтердентальними йоржиками має не лише технічне, але й освітнє та мотиваційне значення. Комплексне пояснення, індивідуалізований підбір розмірів і формування реалістичних очікувань щодо початкових реакцій тканин є необхідними умовами успішної інтеграції інтердентальної гігієни в повсякденну практику пацієнта.

Наступним обов'язковим етапом є практичне навчання пацієнта техніці використання інтердентальних йоржиків. Теоретичного пояснення недостатньо для формування стійкої мануальної навички, тому інструктаж має супроводжуватися клінічною демонстрацією з використанням дзеркала. Лікар повинен продемонструвати оптимальний кут введення йоржика, траєкторію його проходження через міжзубний проміжок та амплітуду зворотно-поступальних рухів. Особливу увагу слід приділити тому, щоб інструмент вводився без надмірного зусилля, розташовувався паралельно до оклюзійної площини та проходив через інтердентальний простір повністю. Це забезпечує максимальне розправлення щетинок та їхній щільний контакт з апроксимальними поверхнями суміжних зубів для ефективного видалення бактеріальної біоплівки.

Після клінічної демонстрації доцільно надати пацієнтові можливість самостійно виконати процедуру під контролем лікаря (рис. 4). Такий формат навчання дозволяє оперативно скоригувати можливі похибки, зокрема некоректний кут введення, надлишкове мануальне зусилля або неповне проходження йоржика через міжзубний простір. Безпосередній зворотний зв'язок підвищує впевненість пацієнта та сприяє закріпленню

коректної мануальної техніки на ранньому етапі формування гігієнічної навички.

Важливим аспектом є інформування пацієнта про те, що інтердентальний йоржик є виробом багаторазового використання. Пацієнтові необхідно роз'яснити правила гігієнічного догляду за інструментом: після кожного застосування його слід ретельно промивати під проточною водою, зберігати в сухому стані у провітрюваному місці та замінювати у разі деформації щетинок або втрати робочих властивостей. Такий підхід формує відповідальне ставлення до засобів індивідуальної гігієни та забезпечує їх належну функціональність упродовж усього терміну експлуатації.

Важливим аспектом первинного ознайомлення пацієнта з інтердентальними йоржиками є демонстрація здатності інструменту проходити навіть через ті міжзубні проміжки, які візуально сприймаються як повністю закриті. Це зумовлено природною еластичністю та рухливістю тканин ясенного сосочка. Пацієнту слід роз'яснити, що м'які тканини інтердентальної ділянки під помірним тиском щетинок здатні до тимчасової адаптивної деформації, що забезпечує безперешкодне проникнення інструменту в зону, яка потребує очищення. Така клінічна демонстрація виконує кілька функцій: по-перше, нівелює страх перед можливою травматизацією тканин; по-друге, формує розуміння необхідності інтердентального очищення навіть за умов щільного прилягання зубів; по-третє, підвищує рівень довіри до рекомендацій лікаря та стимулює формування стійкого комплаєнсу.

Цей елемент навчання є особливо актуальним для пацієнтів із щільними міжзубними контактами, скученістю зубів або анатомічно вузькими проміжками, а також для осіб, які перебувають на ортодонтичному лікуванні або мають ортопедичні конструкції на дентальних імплантатах, де повноцінна гігієна без застосування інтердентальних йоржиків є неможливою (рис. 5).

На етапі первинного інформування доцільно також акцентувати увагу на економічній доступності інтердентальних йоржиків. Пацієнтам варто підкреслити, що цей засіб індивідуальної гігієни має високу профілактичну ефективність за відносно низької вартості. Регулярне використання інтердентальних йоржиків дозволяє суттєво знизити ризик розвитку запальних захворювань тканин пародонта, карієсу апроксимальних поверхонь та ускладнень навколо ортопедичних і ортодонтичних конструкцій. У довгостроковій перспективі це мінімізує потребу у складному та фінансово затратному ендодонтичному, ортопедичному чи хірургічному лікуванні. Важливо



Рис. 5. Клінічна демонстрація пацієнту техніки використання інтердентального йоржика у вузьких міжзубних проміжках (виробник DenTek)



Рис. 6. Використання інтердентальних йоржиків у пацієнтів із незнімними ортодонтичними апаратами

наголосити, що інтердентальні йоржики показані практично всім пацієнтам без винятку, оскільки контактні поверхні становлять значну частину загальної площі коронкової частини зубів, на якій акумулюється бактеріальна біоплівка. Навіть за умови відсутності в порожнині рота незнімних конструкцій ці ділянки залишаються функціонально недоступними для стандартної мануальної чи електричної зубної щітки.

Використання інтердентальних йоржиків є патогенетично обґрунтованим і набуває пріоритетного значення у пацієнтів з незнімною ортодонтичною апаратурою (рис. 6), дентальними імплантатами, незнімними ретендерами, мосто-подібними протезами та іншими фіксованими конструкціями. Наявність додаткових ретенційних пунктів значно ускладнює контроль біоплівки та створює сприятливі умови для розвитку запальних процесів у тканинах ясен і періімплантній ділянці. У зазначених клінічних ситуаціях інтердентальна гігієна за допомогою йоржиків є обов'язковою умовою збереження здоров'я зубів, пародонта та довготривалої стабільності результатів ортодонтичного чи імплантологічного лікування. Без належного очищення цих просторів досягнення стійкої терапевтичної ремісії та ефективна

профілактика локальних запальних ускладнень є малоймовірними.

Суттєвим деонтологічним аспектом комунікації є коректна позиція лікаря щодо придбання засобів індивідуальної гігієни. При наданні рекомендацій стосовно використання інтердентальних йоржиків або іншої супутньої продукції неприпустимим є наполягання на їх обов'язковому придбанні безпосередньо у закладі охорони здоров'я. Пацієнтові необхідно забезпечити свободу вибору, поінформувавши про можливість придбання рекомендованих засобів у будь-якій дистриб'юторській мережі — аптеках, спеціалізованих магазинах або за допомогою інтернет-ресурсів. Такий підхід нівелює ознаки комерційного тиску, суттєво підвищує рівень довіри до медичного персоналу та формує сприйняття лікарських призначень як виключно клінічно обґрунтованих.

З позиції медичного маркетингу та менеджменту охорони здоров'я штучне завищення вартості гігієнічної продукції є економічно нераціональним. В умов цифрової відкритості інформаційного простору пацієнт має можливість здійснювати оперативний моніторинг ринкових цін на офіційних вебресурсах виробників або за допомогою прайс-агрегаторів безпосередньо під час клінічного прийому. Верифікація істотної девіації вартості здатна спровокувати репутаційні ризики для медичного закладу та нівелювати рівень пацієнтської лояльності. За умов реалізації засобів гігієни безпосередньо в клініці цінова політика має бути прозорою та обґрунтованою — наприклад, за рахунок інтеграції додаткового сервісу, експертного клінічного підбору, гарантії автентичності продукції або мінімізації часових витрат пацієнта. Пріоритетним вектором діяльності клініки повинна залишатися не комерційна маржинальність, а забезпечення довгострокового клінічного результату та збереження стабільних партнерських взаємин між лікарем і пацієнтом.

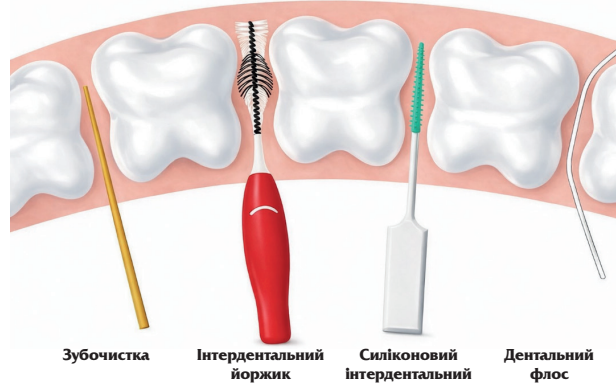


Рис. 7. Різновиди засобів для гігієни інтердентальних проміжків

У випадку пацієнтів із патологією тканин пародонта пріоритетного значення набувають рівень мотивації та якість індивідуальної домашньої гігієни. Принципово важливим є інформування пацієнта про те, що успішність комплексного лікування пародонтальних захворювань безпосередньо детермінована регулярністю та коректністю догляду за порожниною рота в домашніх умовах. Слід підкреслити, що індивідуальні засоби — мануальна чи електрична зубна щітка, інтердентальні йоржики, монопучкова щітка, іригатор та шкребок для язика — є есенціальною складовою пародонтальної терапії. Пацієнт повинен усвідомлювати, що саме систематичне застосування цих інструментів, дотримання правильної мануальної техніки та усунення запальних проявів в інтердентальних проміжках визначають довгостроковий прогноз захворювання. Клініцисту важливо продемонструвати пацієнту різницю між основними засобами для очищення контактних поверхонь, обґрунтувавши переваги професійних інструментів над стандартними (рис. 7). Порівняльна характеристика основних інструментів для очищення контактних поверхонь зубів за ключовими клініко-економічними критеріями наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика засобів для інтердентального догляду

Критерій	Інтердентальні йоржики	Зубочистки	Силіконові йоржики	Флос (зубна нитка)
Ефективність очищення інтердентальних проміжків зубів	Дуже висока (зокрема за наявності широких проміжків, ортодонтичних та ортопедичних конструкцій, дентальних імплантатів)	Низька (забезпечують видалення лише великих конгломератів їжі)	Середня	Висока (за умови дотримання коректної мануальної техніки)
Придатність для вузьких проміжків	Так (за умови індивідуального клінічного підбору розміру)	Ні	Обмежена	Так

Таблиця 1. Продовження

Критерій	Інтердентальні йоржики	Зубочистки	Силіконові йоржики	Флос (зубна нитка)
Ефективність за наявності брекетів / імплантатів / ортопедичних конструкцій	Висока	Ні	Обмежена	Так (окремі модифікації, наприклад, суперфлос)
Ризик травмування тканин ясен	Мінімальний (за умови коректного підбору розміру та тиску)	Високий	Низький	Середній (у разі порушення техніки використання)
Можливість багаторазового застосування	Так (обмежено, до появи ознак деформації щетинок)	Ні	Так (обмежено)	Ні
Економічна доступність (вартість)	Середня	Низька	Середня	Низька–середня
Клінічні рекомендації стоматологів	Рекомендуються як базовий засіб	Не рекомендуються (через ризик хронічної травми пародонта)	Рекомендуються як додатковий засіб	Рекомендуються як базовий засіб

Рекомендації щодо індивідуалізованого підбору інтердентальних йоржиків у клінічній практиці лікаря-стоматолога

Ефективний контроль інтердентальної бактеріальної біоплівки є критично важливим компонентом профілактики карієсу контактних поверхонь та патології тканин пародонта. Використання інтердентальних йоржиків продемонструвало вищу клінічну ефективність порівняно з дентальними флосами у пацієнтів із відкритими міжзубними проміжками, пародонтальною втратою прикріплення та наявністю незнімних ортопедичних або ортодонтичних конструкцій. Водночас терапевтична ефективність цього засобу гігієни безпосередньо детермінована коректністю індивідуального підбору, який має здійснюватися лікарем-стоматологом з урахуванням анатомічних та топографо-клінічних особливостей порожнини рота пацієнта.

Критерії та алгоритм вибору розміру інтердентального йоржика

Розмір робочої частини є ключовим параметром, що визначає клінічну ефективність інструменту. Коректно підібраний інтердентальний йоржик має відповідати таким критеріям:

- проникати в інтердентальний простір із мінімальним мануальним опором;
- забезпечувати щільне прилягання щетинок до апроксимальних поверхонь суміжних зубів для ефективного механічного очищення;
- не чинити надмірного тиску на тканинну структуру ясенного сосочка та нівелювати ризик травматизації.

Слід зважати, що застосування інструменту недостатнього діаметра не забезпечує якісної деструкції та видалення бактеріальної біоплівки з анатомічних заглиблень, тоді як надмірний розмір призводить до хронічної механічної травми м'яких тканин пародонта й твердих тканин зуба в пришийковій ділянці.



Рис. 8. Система колірної кодировки інтердентальних йоржиків згідно з міжнародним стандартом ISO із зазначенням розмірного ряду (в мм) та геометрії робочої частини (циліндрична, конічна)



Рис. 9. Інтердентальні йоржики прямої конструкції з циліндричною (ліворуч) (Paro) та конічною (праворуч) геометрією робочої частини (Curaprox)

У клінічній практиці під час об'єктивного підбору засобів гігієни рекомендовано керуватися такими правилами:

1. *Принцип градієнтного тестування*: здійснювати підбір інструменту методом послідовного збільшення діаметра йоржика (від меншого до більшого) до моменту досягнення оптимального контакту щетинок із твердими тканинами зуба.

2. *Принцип диференціації*: призначати пацієнтові кілька розмірів інтердентальних йоржиків у межах однієї порожнини рота відповідно до індивідуальних анатомічних характеристик різних квадрантів та ділянок (наприклад, фронтальної групи зубів та молярів).

Вплив геометрії робочої частини на клінічну адаптацію інструменту

Форма робочої частини інтердентального йоржика визначає ступінь його адаптації до топографії інтердентального простору та якість деструкції біоплівки. У клінічній практиці виділяють дві основні конфігурації:

- Циліндричні інтердентальні йоржики — характеризуються стабільним діаметром робочої частини по всій довжині стержня. Їх застосування є патогенетично обґрунтованим за умов відносно рівномірних за шириною та анатомічно правильних міжзубних проміжків (переважно у фронтальній ділянці зубних рядів).

- Конічні інтердентальні йоржики — мають звужену до дистального кінця робочу частину. Така геометрія забезпечує кращу мануальну адаптацію до анатомічно варіабельних за формою міжзубних ембразур. Інструменти конічної форми можуть розглядатися як універсальний клінічний варіант на етапі початкового підбору засобів гігієни та для пацієнтів із нерівномірною рецесією ясенного сосочка (рис. 8).

Конструктивні особливості:

прямі та кутові інтердентальні йоржики

Ергономіка та конструкція інструменту суттєво впливають на доступність інтердентальних ділянок і, як наслідок, на рівень комплаєнсу пацієнта. За архітектурно-форматним вирішенням стержня та руків'я інструменти поділяють на дві основні групи:

- *Прямі інтердентальні йоржики* — мають лінійну вісь між руків'ям та робочою частиною. Вони є найбільш ефективними для застосування у фронтальній ділянці зубних рядів (різці, ікла), де забезпечується достатній прямий візуальний та мануальний контроль.

- *Кутові (кутоподібні) інтердентальні йоржики* — характеризуються наявністю фабричного згину шийки (зазвичай під кутом 120° або 90° або довгого кутового руків'я, аналогічного до стоматологічного дзеркала. Такі моделі є пріоритетними для якісного очищення бічних груп зубів (премолярів та молярів), оскільки вони суттєво полегшують дистальний доступ з орального та вестибулярного боків без потреби надмірного відведення щоки (рис. 9.)

Матеріали та безпека використання інтердентальних йоржиків

Конструктивна безпека засобів для очищення контактних поверхонь є визначальним фактором у профілактиці ятрогенного ушкодження твердих і м'яких тканин порожнини рота. Більшість сучасних інтердентальних йоржиків мають основу у вигляді металевого стержня (медичний дріт) зі спеціальним полімерним (пластиковим) покриттям та робочу частину з нейлонового волокна.

Під час індивідуального підбору інструментів клінічно значущими та обов'язковими для оцінки лікарем є такі параметри:

• *Якість та цілісність ізоляційного покриття стрижня:* пластикова ізоляція запобігає виникненню гальванічних мікрострумів при контакті з металевими елементами конструкцій та захищає делікатні зони від механічного пошкодження.

• *Жорсткість та калібр нейлонових щетинок:* визначають еластичність робочої частини та її здатність адаптуватися до мікрорельєфу апроксимальної поверхні.

• *Біосумісність матеріалів:* повна інертність складників у середовищі ротової рідини.

Особливої обережності та диференційованого підходу під час вибору архітектури йоржика потребують пацієнти з такими клінічними ознаками:

1. Дентальне імплантування в анамнезі: прямий контакт оголеного металевого дроту із шийкою або абатментом імплантату є неприпустимим, оскільки це призводить до утворення мікроподрипин (абляції поверхні), посиленої адгезії біоплівки та розвитку периімплантиту.
2. Оголення поверхонь коренів зубів (рецесія ясен): у цих ділянках товщина цементу є мінімальною, що підвищує ризик формування клиноподібних дефектів та ерозій у разі використання жорсткого інструментарію.
3. Гіперестезія твердих тканин та виражене запалення пародонта: потребують мінімізації механічного тиску під час гігієнічного комплаєнсу.

У зазначених клінічних ситуаціях патогенетично обґрунтованим є призначення інтердентальних йоржиків виключно з м'якою або ультрам'якою щетиною та товстим захисним шаром поліуретанового покриття стрижня, що забезпечує делікатний і безпечний догляд.

Клініко-технологічна характеристика інтердентальних йоржиків із нейловою щетиною

Інтердентальні йоржики з нейловою волоконною основою є класичним інструментарієм для очищення апроксимальних поверхонь зубів. Вони характеризуються широким діапазоном диференціації діаметрів і високим ступенем адаптивності до анатомічного мікрорельєфу інтердентальних проміжків. Завдяки високій пружності та щільності волокон такі йоржики забезпечують виражену механічну деструкцію та евакуацію бактеріальної біоплівки, що є критично важливим для пацієнтів із запальними процесами в тканинах пародонта. Окрім цього, чітка градація за ISO-розмірами дозволяє лікарю провести прецизійний індивідуальний підбір інструменту для кожної клінічної ділянки.

Водночас застосування цієї категорії засобів гігієни має певні обмеження. У разі некоректної верифікації розміру та перевищення необхідного діаметра стрижня виникає суттєвий ризик механічної травматизації ясенного сосочка та крайового пародонта. Окрім того, наявність оголеної металевісної основи (дроту) в бюджетних моделях обмежує їх призначення за наявності дентальних імплантатів та суцільнометалевих чи металокерамічних ортопедичних конструкцій через загрозу пошкодження їхніх поверхонь. Ефективне та безпечне використання таких йоржиків потребує обов'язкового попереднього навчання пацієнта правильній мануальній техніці під контролем стоматолога.

Клініко-технологічна характеристика еластомерних (силіконових) інтердентальних йоржиків

Еластомерні інструменти з гнучкою робочою частиною виготовляються без використання металевих елементів, що забезпечує їхню абсолютну атравматичність щодо м'яких тканин пародонта та твердих структур зуба. Завдяки високій еластичності вони легко проникають в інтердентальні проміжки і характеризуються високим рівнем пацієнтського комплаєнсу. Використання еластомерних моделей є патогенетично обґрунтованим на початкових етапах адаптації пацієнта до інтердентальної гігієни, а також за наявності дентальних імплантатів, суцільнолитих, металокерамічних чи безметалевих ортопедичних конструкцій,



Рис. 10. Модифікації матеріалу робочої частини інтердентальних йоржиків (виробник GUM):
а — еластомерна (силіконова) поверхня;
б — класичне нейлонове волокно

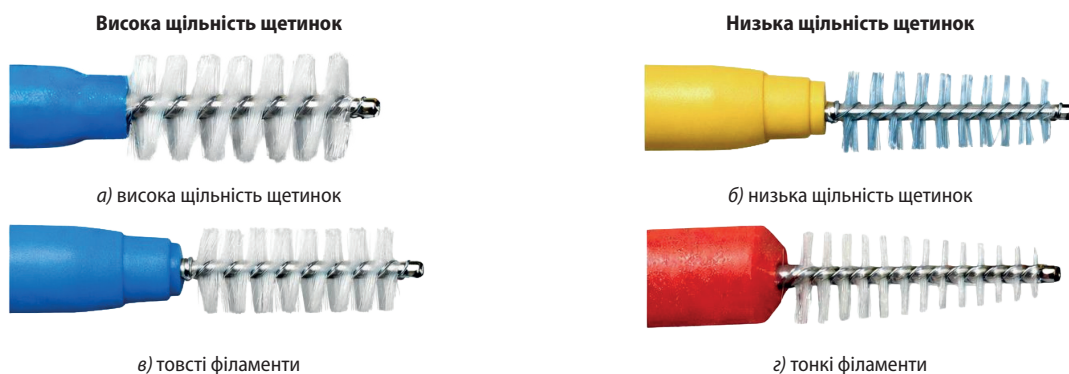


Рис. 11. Порівняльна характеристика інтердентальних йоржиків за щільністю та товщиною філаментів:

- а — висока щільність щетинок (розширення площі безпосереднього контакту);
 б — помірна щільність (покращення інтродукційних властивостей);
 в — товсті філаменти (підвищена жорсткість та механічна резистентність);
 г — тонкі філаменти (високий рівень еластичності та делікатної адаптації).

оскільки повністю нівелюється ризик подряпин чи виникнення гальванізму.

Водночас, за даними клінічних досліджень, здатність силіконових мікросщетинок до евакуації щільно адгезованої, зрілої бактеріальної біоплівки є статистично нижчою порівняно з класичними нейлоновими аналогами. Це обмежує їх автономне застосування як магістрального інструменту в пацієнтів із хронічним або агресивним пародонтитом у фазі загострення, де потрібна максимальна механічна деструкція нальоту.

Таким чином, фізико-хімічні властивості матеріалу інтердентального йоржика детермінують не лише суб'єктивний комфорт під час індивіду-

ального догляду, а й об'єктивну якість контролю біоплівки. Це вимагає від клініциста прецизійного, персоналізованого підходу до вибору архітектури та матеріалу засобів гігієни залежно від стоматологічного статусу пацієнта (рис. 10).

Клінічне значення щільності та архітектури нейлонових філаментів

Ефективність механічного очищення апроксимальних поверхонь за допомогою інтердентального йоржика детермінована не лише його калібрувальним діаметром, а й щільністю та товщиною нейлонових філаментів (щетинок) (рис. 11).

Експериментально доведено, що збільшення щільності розташування та кількості філаментів на стрижні асоціюється з розширенням площі безпосередньої контактної поверхні інструменту з емаллю чи дентином. Це суттєво підвищує його здатність до механічної деструкції та повної евакуації дозрілої бактеріальної біоплівки. Водночас деяке зменшення щільності та товщини щетинок покращує інтродукційні властивості йоржика, полегшуючи його проходження крізь звужені ділянки інтердентальних проміжків, мінімізує опір тканин і підвищує суб'єктивний комфорт пацієнта під час виконання гігієнічного протоколу.

Таким чином, індивідуалізований вибір оптимальної моделі інструменту передбачає досягнення раціонального клінічного балансу між мануальною ефективністю очищення контактних зон та здатністю до атравматичної інтродукції йоржика в інтердентальний простір (рис. 12).

Ергономічні параметри як фактор формування гігієнічного комплаєнсу

Ергономічні характеристики інтердентального йоржика безпосередньо детермінують зручність його щоденного застосування, прецизійність мануальних маніпуляцій у порожнині рота та рівень



Рис. 12. Порівняльна характеристика еластомерних (силіконових) інтердентальних йоржиків за щільністю розташування очищувальних елементів:

- а — модель із низькою щільністю (80 елементів, 6 поздовжніх рядів);
 б — модель із високою щільністю (152 елементи, 12 поздовжніх рядів)

довгострокової прихильності (комплаєнсу) пацієнта до інтердентальної гігієни.

Конструктивні особливості сучасного інструментарію, що підлягають обов'язковій оцінці під час індивідуального підбору, включають такі клініко-ергономічні критерії:

- *Анатомічна конфігурація та текстура руків'я:* наявність плоских зон для утримання пальцями та спеціального еластомерного (нековзкого) покриття забезпечує стабільну фіксацію інструменту в руці, запобігаючи ротації йоржика та випадковому травмуванню м'яких тканин під час введення.

- *Архітектурне вирішення стрижня (пряме або кутове):* визначає вектор введення інструменту; вибір конкретної конструкції залежить від мануальних навичок пацієнта та необхідності оптимізації доступу до бічних і дистальних сегментів зубних рядів.

- *Адаптивна гнучкість робочої частини:* можливість безпечного моделювання (корекції кута нахилу) шийки стрижня без загрози перелому дротяної основи, що дозволяє індивідуалізувати траєкторію введення у важкодоступних анатомічних ділянках.

- *Функціональність захисного ковпачка:* забезпечує не лише суворе дотримання умов антисептичного зберігання та транспортування інструменту пацієнтом, а й за потреби виконує роль ергономічного подовжувача руків'я для покращення мануального контролю у ділянці молярів.

- *Колірна ідентифікація:* кодування руків'я або ковпачка згідно зі стандартом ISO спрощує для пацієнта процес швидкої верифікації необхідного розміру, мінімізуючи ризик помилкового застосування інструменту некоректного діаметра.

Таким чином, оптимальний підбір інтердентального йоржика з урахуванням його ергономічних властивостей дозволяє досягти балансу між точністю рухів клініциста (або пацієнта) та безпекою щоденного атравматичного догляду за контактними поверхнями зубів (рис. 13).

Методологічні основи індивідуалізації

підбору інтердентальних засобів гігієни

Уніфікований підхід до призначення засобів очищення апроксимальних поверхонь є малоефективним, тому персоналізація вибору інтердентальних йоржиків у сучасній стоматологічній практиці має базуватися на комплексному аналізі топографо-анатомічного статусу порожнини рота. Клінічний скринінг та оцінка експертних критеріїв включають такі обов'язкові параметри:

- *Морфо-функціональний стан тканин пародонта:* верифікація наявності чи відсутності



Рис. 13. Інтердентальний йоржик із можливістю моделювання кута нахилу робочої частини та використання захисного ковпачка в ролі подовжувача руків'я

запальних процесів (гіперемія, набряк, кровоточивість), визначення ступеня рецесії ясенного сопочка, глибини пародонтальних кишень та рівня втрати клінічного прикріплення.

- *Просторова архітектура інтердентальних проміжків:* оцінка реальних метричних параметрів (ширини та висоти) міжзубних ембразур у різних сегментах верхнього та нижнього зубних рядів для коректного вибору діаметра інструменту.

- *Наявність та специфіка штучних конструкцій:* об'єктивний облік інтегрованих дентальних імплантатів, незнімних ортопедичних елементів (поодинокі коронки, мостоподібні протези, вініри) та елементів незнімної ортодонтичної апаратури (брекет-системи, дуги, ретейнери), що вимагає застосування ізолюваних або еластомерних йоржиків.

- *Топографія та щільність контактних пунктів:* аналіз щільності міжзубних контактів (норма, конвергенція, дивергенція зубів, наявність трем і діастем), що безпосередньо впливає на вибір геометрії (циліндрична чи конічна) робочої частини.

- *Крайова інтеграція та анатомічна якість реставрацій:* оцінка стану пришийкових меж прямих (композитних) та непрямих реставрацій, виявлення можливих навісних країв або мікродефектів, які можуть призводити до розриву філаментів чи фіксації волокон йоржика.

Протокол гігієнічного інструктажу та формування мануальних навичок пацієнта

Ефективність інтердентальної гігієни детермінована не лише прецизійністю інструментального підбору засобів, а й рівнем мануальної компетентності пацієнта. Дефіцит кураційного супроводу та відсутність системного навчання в кріслі стоматолога нівелюють терапевтичний потенціал навіть коректно верифікованого інструментарію.

Алгоритм професійного комплаєнс-менеджменту та інструктажу пацієнта має передбачати три послідовні клінічні етапи:

- *Етап візуальної демонстрації (наочне навчання):* Лікар виконує первинну демонстрацію коректного вектора введення та рухів інтердентального йоржика на фантомній моделі (типодонті), а після цього — безпосередньо в порожнині рота пацієнта перед дзеркалом. Акцент робиться на атравматичній інтродукції (під кутом до осі зуба з наступним вирівнюванням) та одноразовому зворотно-поступальному русі в межах кожної ембразури.

- *Етап інтраорального мануального контролю:* Пацієнт самостійно відтворює продемонстровані рухи у власному зубному ряді під прямим візуальним наглядом клініциста. Стоматолог проводить експертну оцінку та, за потреби, мануальну корекцію сили тиску, кута введення інструменту та контролює положення пальців для запобігання деформації стержня та ятрогенного пошкодження тканин крайового пародонта.

- *Етап персоналізованого призначення та пролонгованого моніторингу:* Пацієнтові надається індивідуалізована карта-схема інтердентальної гігієни із чітким зазначенням локалізації та відповідних кольорних маркерів (ISO-розмірів) йоржиків для кожної ділянки. Регламентується кратність застосування (мінімум 1 раз на добу, переважно під час вечірнього гігієнічного ритуалу після використання зубної щітки) та визначаються терміни контрольного візиту для оцінки індексу очищення апроксимальних поверхонь (наприклад, API) у динаміці.

**Роль індикаторів нальоту
у мотиваційному навчанні пацієнта
та об'єктивізації підбору
інтердентальних йоржиків**

Ефективність індивідуальної профілактичної програми та довгостроковий гігієнічний результат детерміновані не лише директивними рекомендаціями клініциста, а й рівнем інтелектуального комплаєнсу пацієнта — усвідомленням ним персональних анатомо-топографічних ризиків. У цьому контексті застосування хімічних індикаторів зубного нальоту (*disclosing agents*) виступає як провідний метод оптичної верифікації та топографічної локалізації бактеріальної біоплівки [8].

Механізм клінічної дії засобів для фарбування нальоту базується на вибірковій адгезії барвників до органічного матриксу біоплівки, що дозволяє чітко диференціювати зони її скупчення на суміжних поверхнях зубів [9] (рис. 14). Викори-



Рис. 14. Візуалізація біоплівки за допомогою індикаційного розчину «Index Dual» (виробник MDS)

стання індикаторів забезпечує вирішення кількох взаємопов'язаних клінічних завдань:

- *Когнітивно-мотиваційна функція (корекція сприйняття):* Створення контрастної, візуально зрозумілої для пацієнта топічної картини персистенції біоплівки руйнує хибне переконання про «ідеальну чистоту» важкодоступних зон. На відміну від вербальних декларацій лікаря, оптичний маркер формує тригер усвідомленого сприйняття проблеми, суттєво підвищуючи внутрішню мотивацію до опанування складних інтердентальних маніпуляцій.

- *Об'єктивізація підбору інтердентального інструментарію:* Забарвлення апроксимальних зон дозволяє стоматологу наочно продемонструвати пацієнтові межі інтердентальної ембразури, обґрунтувати необхідність застосування йоржиків конкретного ISO-розміру замість флосу, а також верифікувати повноту механічного видалення нальоту після тестового проведення йоржика крізь проміжок.

Застосування disclosing-агентів безпосередньо перед початком мануального навчання пацієнта дозволяє диференціювати завдання професійного супроводу за такими клінічними векторами:

- точна локалізація та об'єктивізація архітекτονіки зрілої бактеріальної біоплівки на контактних поверхнях;
- визначення персональних «зон ризику» пацієнта (глибокі інтердентальні проміжки, пришийкові ділянки, дистальні анатомічні поверхні третіх та других молярів);
- індивідуальний підбір траєкторії та кута введення інструментарію залежно від виявленого хронічного накопичення нальоту;
- прецизійна верифікація геометричної форми та калібрувального ISO-розміру інтердентальних йоржиків.

Експертна цінність методу оптичної індикації досягає максимуму безпосередньо під час адаптаційного тестування інтердентальних йоржиків. Візуалізація хромогенного субстрату в інтерден-

тальних ембразурах дозволяє лікарю та пацієнту провести інтерактивний експрес-аудит ефективності очищення: після пробного проходження йоржика певного діаметра крізь забарвлений проміжок оцінюється повнота деструкції нальоту. Пацієнт у режимі реального часу верифікує топографію зон, що підлягали повній санації, та ділянок, які вимагають корекції мануального тиску або збільшення розміру інструменту.

Зазначена модель трансформує процес навчання з абстрактно-дескриптивного у практичноорієнтований, верифікований та інтерактивно контрольований алгоритм. Пацієнт позбавляється від суб'єктивного та інтуїтивного трактування правил догляду, переходячи до цілеспрямованих мануальних дій, що базуються на принципах оптичного зворотного зв'язку (*visual feedback*).

Окрім суто діагностичної та навігаційної функцій, інтеграція індикаторів нальоту в профілактичний протокол виступає потужним предиктором підвищення пацієнтського комплаєнсу. Оцінюючи результати власної мануальної активності через призму оптичної об'єктивізації, пацієнти демонструють вищий рівень довгострокової прихильності до регулярного виконання базових маніпуляцій мануальною щіткою та систематичного застосування додаткових інтердентальних засобів, зокрема йоржиків.

Таким чином, включення методів індикації бактеріальної біоплівки до клінічного протоколу навчання індивідуальній гігієні порожнини рота є патогенетично доцільним та клінічно обґрунтованим етапом, що суттєво підвищує загальну ефективність профілактичних заходів та забезпечує стабільний тривалий контроль біоплівки.

За умов анатомічно щільних контактних пунктів, де верифікація та мануальна інтродукція класичних інтердентальних йоржиків із нейлоновим



Рис. 15. Інтродукція об'ємного (експандуючого) дентального флосу в інтердентальний проміжок із щільним апроксимальним контактом

волоконном є суттєво обмеженою або клінічно неможливою, виникає потреба в диференційованому призначенні альтернативних засобів гігієни.

Альтернативні інтердентальні засоби за умов щільних апроксимальних контактів

Ефективним патогенетичним рішенням у подібних ситуаціях є первинне застосування ультратонких еластомерних (силіконових) інтердентальних йоржиків. Завдяки високій деформаційній пружності, гнучкості основи та мінімальному початковому діаметру очищувальних елементів, вони здатні атравматично проходити крізь звужені ділянки міжзубних ембразур, не чинячи надмірного латерального тиску на структури крайового пародонта та запобігаючи механічній деструкції ясенного сосочка.

Окрім еластомерних мікрояоржиків, магістральну роль у санації щільних контактних зон відіграє прецизійний підбір дентальних флосів. У клінічній практиці за таких умов патогенетично обґрунтовано надавати перевагу об'ємним (експандуючим) флосам. Технологічна особливість цих ниток полягає у здатності до текстурування: під впливом ротової рідини (вологи) під час безпосереднього проведення крізь контак-



Рис. 16. Клінічна демонстрація диференційованого підбору інтердентальних йоржиків: у ділянці щільного апроксимального контакту зубів 11–12 верифікований розмір інструменту є надмірним (завеликим), що призводить до ятрогенного ушкодження тканин та виникнення кровоточивості в зоні персистенції запалення; у ділянці контакту зубів 12–13 коректно підібраний калібр йоржика забезпечує адекватну інтродукцію та ефективну деструкцію біоплівки без травматизації м'яких тканин пародонта

Рис. 17. Висока деформаційна пружність та гнучкість еластомерного (силіконового) інтердентального йоржика, що забезпечує делікатну санацію апроксимальних поверхонь без ризику ятрогенної травматизації м'яких тканин, особливо за умов щільного контактного пункту.

Рис. 18. Клінічна картина ефективного довгострокового контролю бактеріальної біоплівки та стабілізації стану тканин пародонта після комбінованого застосування індивідуально підібраного дентального флосу та інтердентальних йоржиків.

тний пункт флос зазнає об'ємної експансії (розпушується). Це дозволяє нитці адаптуватися до мікрорельєфу та увігнутостей апроксимальних поверхонь, суттєво збільшуючи площу безпосереднього зчеплення з твердими тканинами зуба та забезпечуючи делікатну й високоефективну евакуацію бактеріальної біоплівки (рис. 15).

Зазначений диференційований підхід дозволяє клініцисту гнучко адаптувати профілактичний протокол до індивідуальних топографо-анатомічних особливостей пацієнта, мінімізувати ризик механічних ушкоджень та оптимізувати довгостроковий контроль над архітектонікою біоплівки у складних клінічних умовах (рис. 16–18).

Висновки

1. Інтердентальні йоржики є найбільш ефективним та патогенетично обґрунтованим інструментом механічного контролю бактеріальної біоплівки в апроксимальних ділянках зубних рядів. Їх систематичне застосування забезпечує статистично значуще редукування запальних змін у тканинах крайового пародонта, мінімізує ризик ініціації карієсу контактних поверхонь та виступає базовим елементом первинної і вторинної профілактики пародонтальної патології.

2. Клінічна ефективність та безпека використання інтердентальних йоржиків детерміновані комплексом умов, серед яких провідне місце посідають: прецизійний індивідуальний підбір геометричної форми та калібрувального ISO-розміру інструменту, урахування анатомо-топографічних особливостей ембразур, стан крайової інтеграції реставрацій, а також рівень ергономічного комфорту руків'я, що безпосередньо впливає на регулярність виконання гігієнічного протоколу пацієнтом.

3. У пацієнтів із високим ступенем складності стоматологічного статусу — за наявності дентальних імплантів, незнімних ортопедичних елементів та активної ортодонтичної апаратури — інтердентальні йоржики набувають статусу магістрального та незамінного засобу індивідуального супроводу, спроможного забезпечити довгострокову стабільність результатів профільного лікування та профілактику таких ускладнень, як мукозит і періімплантит.

4. Обов'язкова інтеграція хімічних індикаторів бактеріального нальоту (*disclosing agents*) у протокол професійного гігієнічного інструктажу є клінічно доведеним інструментом візуального зворотного зв'язку (*visual feedback*). Оптична об'єктивізація локусів персистенції біоплівки трансформує абстрактне навчання на інтерактивний контрольований процес, суттєво підвищує внутрішню мотивацію та інтраоральну мануальну компетентність пацієнта, закладаючи підґрунтя для стійкого довгострокового пацієнтського комплаєнсу.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Blyzniuk, H. O. (2006). *Justification of the principles of rational oral hygiene in patients with acute generalized periodontitis*. (Unpublished dissertation abstract). Institute of Stomatology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine. [Близнюк, Г. О. (2006). *Обґрунтування принципів раціональної гігієни порожнини рота у хворих із загостреним перебігом генералізованого пародонтиту*. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Інститут стоматології АМН України].
2. Hodovana, O. I. (2009). *Periodontal diseases (gingivitis, periodontitis, periodontosis): A textbook*. Dzhura. [Годована О. І. (2009). *Захворювання пародонту (гінгівіт, пародонтит, пародонтоз)*: Навч. пос. Джура].
3. Dereiko, L. V., Babych, N. O., & Babych, T. V. (2004). Organization and implementation of supportive therapy measures in patients with periodontal diseases in dental practice. *Novyny Stomatologii*, (2), 20–23. [Дерейко Л. В., Бабич Н. О., Бабич Т. В. (2004). Організація та проведення заходів підтримуючої терапії у пацієнтів із захворюваннями пародонту у стоматологічній практиці. *Новини стоматології*, 2(39), 20–23].
4. Mazur, I., Ventsuryk, Y., & Mazur, P. (2022). The role of interdental hygiene in supporting oral health. *Oral and General Health*, 3(4), 26–30. [Мазур І., Венцурік Ю., Мазур П. (2022). Роль інтердентальної гігієни в підтримці здоров'я порожнини рота. *Oral and General Health*, 3(4), 26–30]. DOI: <https://doi.org/10.22141/ogh.3.4.2022.134> [in Ukrainian].
5. Petrushanko, T. O. (2001). *Integral individual approach in the prevention of periodontal diseases*. (Unpublished doctoral dissertation abstract). Institute of Stomatology, Kyiv, Ukraine. [Петрушанко Т. О. *Інтегральний індивідуальний підхід у профілактиці захворювань пародонта*. Автореф. дис. ... д. мед. наук. Інститут стоматології, К., Україна].

6. Tonetti M. S., Eickholz P., Loos B. G. et al. (2015). Principles in prevention of periodontal diseases: Consensus report of group 1 of the 11th European Workshop on Periodontology on effective prevention of periodontal and peri-implant diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 42(16) S5–S11. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12368>.
7. Takashima K., Nakajima M., Kato T. (2018). Evaluation of dental plaque using the Navy Plaque Index: A visual disclosing method for plaque quantification. *J Oral Sci*, 60 (1), 71–77.
8. Voronina H., Mostovyi A., Afonina V. (2025). A modern view of dental biofilm detection. *Modern Medicine, Pharmacy and Psychological Health*, 2(20), 133–137. [Вороніна Г., Мостовий А., Афоніна В. (2025). Сучасний погляд на виявлення зубної біоплівки. *Сучасна медицина, фармація та психологічне здоров'я*, 2(20), 133–137]. DOI: <https://doi.org/10.32689/2663-0672-2025-2-19> [in Ukrainian].
9. Chumakova Yu. G., & Antoshchuk V. O. (2023). Biofilm visualization as a component of the procedure of individual and professional tooth brushing. (Literature Review). *Actual Dentistry*, (5), 12. [Чумакова, Ю. Г., & Антощук, В. О. (2023). Візуалізація біоплівки як складова процедури індивідуальної та професійної чистки зубів (Огляд літератури). *Сучасна стоматологія*, (5), 12]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2023-5-12> [in Ukrainian].
10. Marsh P. D., Zaura E. (2017). Dental biofilm: ecological interactions in health and disease. *J Clin Periodontol*, 44(18), 12–22. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12679>
11. Sälzer S., Slot D. E., Van der Weijden F. A., Dörfer C. E. (2015). Efficacy of inter-dental mechanical plaque control in managing gingivitis—a meta-review. *Journal of Clinical Periodontology*, 42 (16), 92–105. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12363>

The Effectiveness of Interdental Brushes for Biofilm Microbiocenosis Control: A Comparative Analysis and Practical Recommendations

Golinka O.¹, Melikova K.²

¹ Private practice, sole proprietor, Kyiv, Ukraine

² Kyiv Medical University, Kyiv, Ukraine

Introduction. Biofilm accumulation in proximal tooth areas remains a key etiological factor in the development of gingivitis, periodontitis, and proximal caries. Despite the regular use of manual or electric toothbrushes, up to 40% of tooth surfaces remain insufficiently cleaned — predominantly in the interdental spaces. Consequently, the implementation of auxiliary interdental hygiene aids is critical, and interdental brushes demonstrate the highest clinical efficacy among them in the routine control of microbiocenosis.

The aim of the study. The aim of this work is to analyze current scientific data on the effectiveness of interdental brushes in biofilm control compared to other interdental hygiene aids and to formulate practical recommendations for dentists and dental hygienists.

Results. An analysis of current scientific publications has shown that interdental brushes are an effective tool for biofilm control in proximal areas. Most studies demonstrated a significant reduction in both the plaque index and the gingival bleeding index compared to using a toothbrush alone. Comparative data indicate that interdental brushes are more effective in reducing gingival inflammation than dental floss in patients with open interdental spaces. Our own clinical observations confirmed a positive dynamic of clinical parameters and an increase in patient compliance, provided that the size of the brush was individually selected.

Conclusions. Interdental brushes are an effective tool for biofilm control in proximal areas, contributing to the reduction of gingival inflammation and playing an important role in the prevention of dental caries and periodontal diseases. Their use is appropriate provided there is an individual selection, proper patient training in application techniques, consideration of the clinical situation, ergonomics of the product shape, and regularity of use. Interdental brushes are of particular importance for patients with dental implants, orthodontic appliances, and orthopedic restorations as an essential component of supportive individual oral hygiene.

Keywords: *biofilm, interdental hygiene aids, interdental brushes, floss, individual oral hygiene, periodontium.*

Стаття: надійшла до редакції 03.03.2026 р.; прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 20.05.2026 р.

Голінка Ольга Павлівна

Лікар-стоматолог, ФОП
Вул. Рональда Рейгана, 34/51,
м. Київ, Україна, 02225

 <https://orcid.org/0009-0009-7780-9768>

Мелікова Катерина Ярославівна

Асистент кафедри терапевтичної
стоматології, пародонтології та дитячої
терапевтичної стоматології
ПВНЗ «Київський медичний університет»,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0006-5755-3329>

Оксана Репецька, Зоряна Попович

Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

Особливості кальцій-фосфорного метаболізму ротової рідини у осіб із генералізованим пародонтитом за умов гіпотиреозу

Анотація. До основних предикторів виникнення захворювань тканин пародонта належить соматична патологія, зокрема ендокринні захворювання. Недостатнє надходження йоду в організм призводить до розвитку послідовних пристосувальних процесів, які здатні підтримувати нормальний синтез тиреоїдних гормонів. Порушення синтезу гормонів при йодному дефіциті є основним фактором, який спричиняє низку захворювань та патологічних станів.

Метою нашої роботи було вивчення особливостей кальцій-фосфорного метаболізму у ротовій рідині в осіб молодого віку (віком 25–44 роки) з гіпотиреозом, які постійно проживають у місцевості із йододефіцитом.

Матеріали і методи дослідження. З метою вивчення біохімічних змін ротової рідини та стану тканин пародонта у молодих осіб із гіпотиреозом, зумовленим недостатністю йоду, нами було обстежено 330 жителів м. Івано-Франківська віком від 25 до 44 років. Із загальної кількості обстежених у 195 осіб було виявлено первинний гіпотиреоз (вони увійшли до складу групи I). Групу II сформували 135 осіб без супутньої ендокринної патології.

Результати дослідження. У структурі захворювань тканин пародонта переважав генералізований пародонтит початкового — I та II ступеня розвитку. У групі I найбільший відсоток припадав на ГП II ступеня тяжкості ($37,35 \pm 3,76\%$), у групі II — початкового — I ступеня ($28,72 \pm 4,69\%$), $p < 0,01$. Генералізований пародонтит III ступеня у хворих групи I був виявлений у $2,41 \pm 1,19\%$ осіб, тоді як у групі II ГП III ступеня виявлено не було. У осіб без ендокринної патології діагностували більше початкових форм захворювань тканин пародонта: гінгівітів було у 1,8 раза більше, ніж у хворих із первинним гіпотиреозом. У осіб молодого віку, хворих на генералізований пародонтит за умов гіпотиреозу, виявлено негативні зміни кальцій-фосфорного метаболізму ротової рідини: спостерігали тенденцію до зниження вмісту кальцію в ротовій рідині з розвитком запально-дистрофічного процесу в пародонті, а рівень фосфору, навпаки — підвищувався.

Висновки. Дані про зміни мінерального метаболізму, а саме порушення засвоєння кальцію та підвищення рівня фосфору в ротовій рідині хворих із генералізованим пародонтитом за умов первинного гіпотиреозу, необхідно враховувати під час розроблення схем лікування та профілактики захворювань пародонта у цієї категорії пацієнтів.

Ключові слова: генералізований пародонтит, первинний гіпотиреоз, ротова рідина, кальцій-фосфорний обмін, молярний коефіцієнт, атомно-абсорбційна спектрофотометрія, особи молодого віку.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Етіологія і патогенез захворювань тканин пародонта є багатофакторними та включають вплив низки екзогенних та ендогенних детермінант і тригерів [1–3]. До основних предикторів виникнення захворювань тканин пародонта належить соматична патологія: ендокринні захворювання,

хвороби крові, кардіоваскулярна патологія, захворювання шлунково-кишкового тракту, вірусні захворювання тощо [2–6]. Прогресування патологічного процесу в тканинах пародонта певною мірою залежить від стану ендокринної системи [7–11]. Захворювання щитоподібної залози є чинниками виникнення та швидкого прогресування

захворювань тканин пародонта [12–16]. У багатьох дослідженнях простежено взаємозв'язок соматичної патології та захворювань пародонта, які перебігають одночасно, взаємообтяжуючи одна одну [8, 9, 12].

Однією з ендокринних патологій, яка суттєво впливає на виникнення та перебіг захворювань пародонта, є гіпотиреоз. Ця патологія часто виникає у людей, які проживають у місцевостях із природним йододефіцитом. Значна частина країн Європи має більшою чи меншою мірою виражений дефіцит природного йоду. В Україні дефіцит йоду в навколишньому середовищі найбільше виражений у західних областях. Через недостатній вміст йоду в ґрунтах регіонів України, віддалених від моря, у гірській та передгірській місцевостях, дефіцит йоду відчуває близько населення. Зокрема, у хворих на ендемічний зоб виявлено декомпенсований карієс. У літературі також описано, що у хворих дітей виявлені ознаки системної та вогнищевої гіпоплазії зубів, при цьому обстежені мали поєднану патологію — одночасно карієс та гіпоплазію. За даними дослідників [2, 12, 14], при тиреопатології спостерігається зниження рН ротової рідини (пор. зі здоровими особами) від 6,4 до 5,0.

Недостатнє надходження йоду в організм призводить до розвитку послідовних пристосувальних процесів, які здатні підтримувати нормальний синтез тиреоїдних гормонів. Однак тривалий дефіцит йоду зумовлює зрив механізмів адаптації з наступним зниженням синтезу тиреоїдних гормонів. Основне біологічне значення йоду визначається тим, що він є необхідним для синтезу та секреції тиреоїдних гормонів (тироксину та трийодтироніну), які забезпечують повноцінний розвиток і функціонування людського організму. Гормони щитоподібної залози контролюють усі ланки обміну речовин, поділ і ріст клітин, стан імунної та серцево-судинної систем, роботу печінки. Недостатня кількість цього мікроелемента порушує біохімічні процеси, які регулюють обмін речовин та продукцію гормонів щитоподібної залози. У зв'язку з цим дефіцит тиреоїдних гормонів є основним фактором, який спричиняє низку захворювань та патологічних станів.

Важливими в патогенезі пародонтиту є біохімічні зміни, які відбуваються в кістковій тканині при гіпотиреозі. Кісткова тканина є динамічною структурою, що постійно оновлюється та перебуває під контролем великої кількості системних і місцевих факторів, серед яких важливу роль відіграють саме гормони щитоподібної залози. Кістковій тканині належить ключова роль у складній системі механізмів регуляції гомеостазу кальцію

та фосфору в організмі. Процеси моделювання і ремоделювання кістки та її мінералізація тісно пов'язані з обміном кальцію. Біохімічним проявом остеопорозу в альвеолярній кістці при генералізованому пародонтиті є порушення кальцій-фосфорного гомеостазу за умов змінених маркерів метаболізму кісткової тканини.

Мета роботи: вивчення особливостей кальцій-фосфорного метаболізму в ротовій рідині у молодих людей (віком 25–44 роки) з гіпотиреозом, які постійно проживають у місцевості із йододефіцитом.

Матеріали і методи дослідження

З метою вивчення біохімічних змін ротової рідини та стану тканин пародонта у молодих осіб із гіпотиреозом, зумовленим недостатністю йоду, нами було обстежено 330 жителів м. Івано-Франківська віком від 25 до 44 років. Із загальної кількості обстежених у 195 осіб було виявлено первинний гіпотиреоз (вони увійшли до складу групи I). Групу II склали 135 осіб без супутньої ендокринної патології.

Обстеження хворих та клінічні дослідження проведено відповідно до законодавства України і принципів Гельсінської декларації з прав людини. Клінічне обстеження хворих із генералізованим пародонтитом проводили на базі кафедри стоматології післядипломної освіти, лабораторні методи дослідження (визначення вмісту кальцію та фосфатів) — у «Центрі біоелементології» Івано-Франківського національного медичного університету. Кожен пацієнт надав письмову згоду на обстеження.

Клінічне обстеження хворих здійснювали за уніфікованими протоколами. Діагноз «гіпотиреоз» встановив лікар-ендокринолог на основі аналізу комплексних клініко-лабораторних даних.

З метою встановлення показників, які відображають особливості метаболічних порушень, проведено біохімічні дослідження ротової рідини, які включали вивчення стану кальцій-фосфорного обміну у хворих на первинний гіпотиреоз та осіб без ендокринної патології.

Для біохімічних досліджень забір ротової рідини і крові у хворих проводили одночасно, вранці, натще. Змішану слину (5 мл) отримували шляхом спльовування без стимуляції в пробірку типу «Еппендорф» до чищення зубів (для попередження травмування ясен і потрапляння в пробу крові), після обов'язкового полоскання ротової порожнини дистильованою водою. Відібрану слину центрифугували при 3000 об/хв протягом 15 хв. Отриману надосадкову фракцію слини (а також сироватку крові) поміщали в стан-

Таблиця 1.

Поширеність захворювань тканин пародонта у групах спостереження

Стан тканин пародонта	Група I (n = 195)		Група II (n = 135)	
	абс.	%	абс.	%
Інтактний пародонт	29	14,87 ± 2,55 *	41	30,37 ± 3,97
Захворювання тканин пародонта	166	85,13 ± 2,55 *	94	69,63 ± 3,97

Примітка: * — $p < 0,01$ — достовірність різниці між показниками груп I та II.

Таблиця 2.

Показники кальцій-фосфорного обміну у ротовій рідині осіб груп спостереження

Показник	Група I (n = 50)		Група II (n = 50)	
	ГП початкового — I ступеня	ГП II ступеня	ГП початкового — I ступеня	ГП II ступеня
Концентрація Са, ммоль/л	1,35 ± 0,25 **	1,23 ± 0,31 *	1,46 ± 0,34 °	1,52 ± 0,37
Концентрація Р, ммоль/л	3,87 ± 0,54 **	4,60 ± 0,62 *	2,52 ± 0,43 °	2,47 ± 0,40
Коефіцієнт Са/Р, од	0,34 ± 0,07 **	0,27 ± 0,06 *	0,58 ± 0,11 °	0,61 ± 0,12

Примітки: * — $p < 0,01$ — достовірність різниці значень стосовно даних групи II;

** — $p_1 < 0,01$ — достовірність різниці значень між показниками групи I;

° — $p_2 < 0,01$ — достовірність різниці значень між показниками групи II.

дартизовані пластикові одноразові мікропробірки типу «Еппендорф» об'ємом 1,5 мл. Визначення біохімічних показників зазвичай проводили в день забору проб.

Визначення кількості кальцію в сироватці крові та ротовій рідині проводили з використанням набору для визначення кальцію в біологічних рідинах (науково-виробнича фірма «Сімко», Україна). Принцип методу ґрунтується на здатності кальцію утворювати комплекс синього кольору в нейтральному середовищі з барвником Arsenazo III, інтенсивність якого вимірюють фотоколометрично (фотоколометр КФК-2МП) при довжині хвилі 590–650 нм.

Кількісне визначення вмісту фосфору в ротовій рідині проводили за допомогою атомно-абсорбційної спектрофотометрії з використанням стандартних наборів реактивів на атомно-абсорбційному спектрофотометрі «Сатурн-3», оснащеному електротермічним атомізатором «Графіт-2» за стандартною методикою, описаною в заводській інструкції з експлуатації, відповідно до вимог ГОСТ 30178-96. Для встановлення концентрації вказаних елементів досліджувану біологічну рідину готували за методикою Г.О.Бабенка: висушували при $t = 70-80^{\circ}\text{C}$, після чого озолювали в муфельній печі при $t = 450-500^{\circ}\text{C}$. Мінералізацію здійснювали доти, доки зола не позбавлялася домішок вугілля. Елементний склад визначали в розчинах золи, використовуючи для атомізації горючу суміш «ацетилен-повітря».

Дані проаналізували за допомогою програмного забезпечення Statistica (TIBCO Software Inc., США). Кількісні змінні представлено як середнє значення ± стандартна похибка середнього значення. Значення $p < 0,05$ вважали статистично значущим (враховуючи поправку Бонферроні).

Результати дослідження

У структурі захворювань тканин пародонта у обстежених осіб найбільший відсоток захворювань припадав на генералізований пародонтит (ГП) початкового — I та II ступеня розвитку.

Результати дослідження поширеності захворювань тканин пародонта у осіб груп спостереження представлено в таблиці 1. Згідно з отриманими даними у хворих на гіпотиреоз осіб молодого віку захворювання тканин пародонта виявлено у 85,13 ± 2,55 % обстежених, $p < 0,01$. У осіб без ендокринної патології захворювання тканин пародонта спостерігали в 69,63 ± 3,97 % обстежених, що в 1,2 раза менше за дані групи I.

У структурі захворювань тканин пародонта переважав генералізований пародонтит початкового — I та II ступеня розвитку. У групі I найбільший відсоток припадав на ГП II ступеня тяжкості (37,35 ± 3,76 %), у групі II — початкового — I ступеня (28,72 ± 4,69 %), $p < 0,01$. Генералізований пародонтит III ступеня у хворих групи I був виявлений у 2,41 ± 1,19 % осіб, тоді як у групі II ГП III ступеня не виявили. Цей факт ми пов'язуємо з молодим віком пацієнтів групи обстеження.

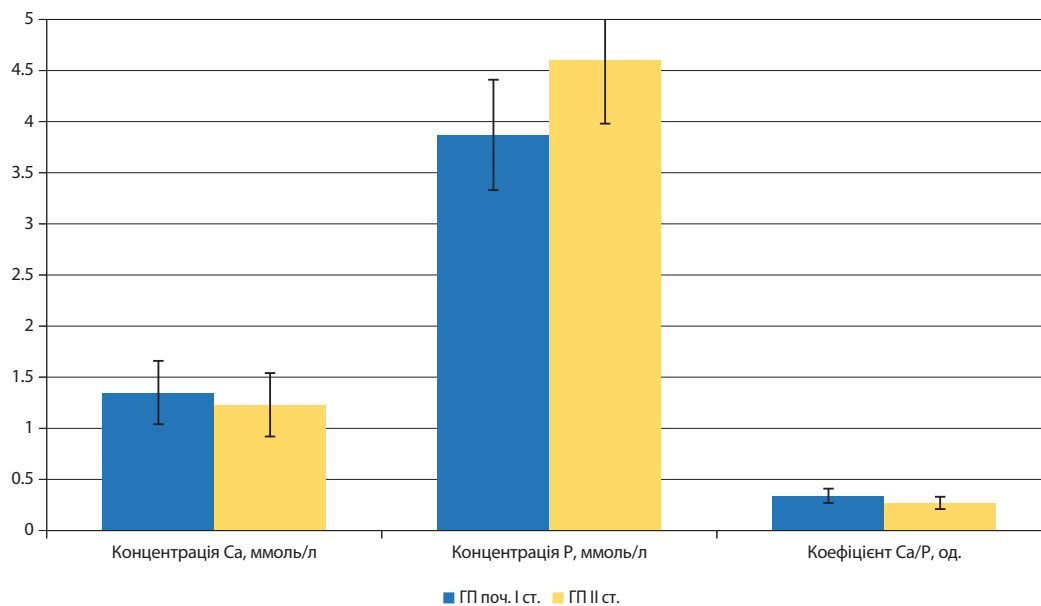


Рис. 1. Показники кальцій-фосфорного обміну у ротовій рідині осіб групи I

Привернуло увагу те, що у пацієнтів без ендокринної патології виявляли більше початкових форм захворювань тканин пародонта: гінгівітів було у 1,8 раза більше, ніж у хворих із первинним гіпотиреозом ($23,40 \pm 4,39\%$ та $12,65 \pm 2,59\%$ відповідно); локалізований пародонтит у пацієнтів групи II діагностовано у $21,28 \pm 4,24\%$ осіб, тоді як у хворих групи I його виявляли в 1,9 раза менше ($p < 0,01$).

Результати дослідження кальцій-фосфорного обміну ротової рідини осіб груп спостереження представлені у таблиці 2.

Середнє значення вмісту кальцію у ротовій рідині осіб молодого віку із генералізованим пародонтитом за умов гіпотиреозу становило $1,29 \pm 0,28$ ммоль/л і відповідало межах нормативних значень цього показника, але було в 1,2 раза меншим за аналогічний показник осіб без ендокринної патології ($p < 0,01$).

Із розвитком запально-дистрофічного процесу у пародонті спостерігали зниження вмісту кальцію у ротовій рідині хворих групи I у 1,09 раза ($1,23 \pm 0,31$ ммоль/л, $p < 0,01$).

При генералізованому пародонтиті початкового — I ступеня розвитку у хворих групи I концентраційний показник неорганічного фосфору у ротовій рідині становив $3,87 \pm 0,54$ ммоль/л. При генералізованому пародонтиті II ступеня розвитку спостерігали підвищення вмісту фосфору у ротовій рідині: значення $4,60 \pm 0,62$ ммоль/л наближалось до верхньої межі норми цього показника. Середнє значення вмісту фосфору у ротовій рідині хворих на генералізований пародонтит за умов зниженої функції щито-

видної залози становило $4,24 \pm 0,58$ ммоль/л та було в 1,7 раза вищим за аналогічний показник у групі осіб без ендокринної патології ($p < 0,01$).

У нормі кальцій-фосфорне співвідношення у ротовій рідині перебуває в межах 0,5–1,2 од. При прогресуванні запально-дистрофічного процесу у пародонті у хворих групи I спостерігали зниження кальцій-фосфорного коефіцієнта з $0,34 \pm 0,07$ од. до $0,27 \pm 0,06$ од. У хворих на гіпотиреоз середнє значення цього показника становило $0,30 \pm 0,07$ од., що було меншим за нижню межу референтних значень та у 2 рази меншим за показник групи II, ($p < 0,01$), рис. 1.

У II групі дослідження спостерігали протилежну динаміку мінеральних елементів у ротовій рідині (рис. 2). Рівень кальцію в ротовій рідині зріс зі цифрового показника $1,46 \pm 0,34$ ммоль/л при ГП початкового — I ступеня до $1,52 \pm 0,37$ ммоль/л при ГП II ступеня розвитку, $p < 0,01$. Проте концентраційний показник неорганічного фосфору у ротовій рідині осіб, не обтяжених ендокринною патологією, демонстрував зниження в міру розвитку патологічного процесу у пародонті ($2,52 \pm 0,43$ ммоль/л та $2,47 \pm 0,40$ ммоль/л, $p < 0,01$).

Кальцій-фосфорний коефіцієнт у осіб групи II зріс з показника $0,58 \pm 0,11$ од. при ГП I ступеня до $0,61 \pm 0,12$ од. при ГП II ступеня, $p < 0,01$. Середнє значення кальцій-фосфорного співвідношення у ротовій рідині хворих групи II $0,59 \pm 0,12$ од. перебувало в межах нормативних значень та було у 2 рази вищим за аналогічний показник групи I зі статистичною значущістю $p < 0,01$.

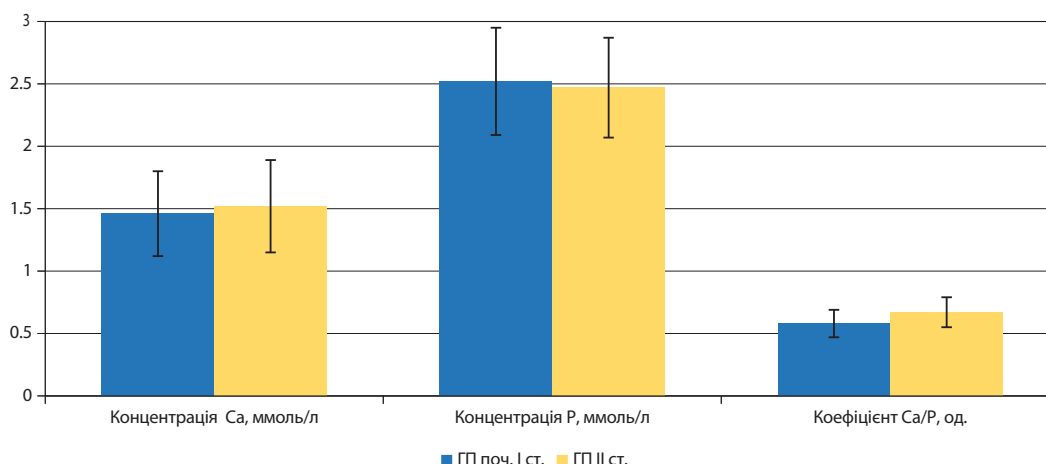


Рис. 2. Показники кальцій-фосфорного обміну у ротовій рідині осіб групи II

Отже, у пацієнтів молодого віку з генералізованим пародонтитом за умов гіпотиреозу виявлено виражені зміни кальцій-фосфорного метаболізму ротової рідини. Зокрема, спостерігали тенденцію до зниження вмісту кальцію в ротовій рідині в міру прогресування запально-дистрофічного процесу в пародонті, тоді як рівень фосфору, навпаки, значущо підвищувався. Це зумовило негативну динаміку кальцій-фосфорного молярного коефіцієнта в осіб із гіпофункцією щитоподібної залози.

Висновки

Отримані дані свідчать про наявність відхилень у надходженні та засвоєнні кальцію у хворих на гіпотиреоз. Цей факт пов'язаний із тим, що для нормальної абсорбції та метаболізму кальцію необхідні гормони щитоподібної залози, продукція яких знижена при цій ендокринній патології.

Дані про зміни мінерального метаболізму, а саме — порушення засвоєння кальцію та підвищення рівня фосфору в ротовій рідині хворих на генералізований пародонтит за умов первинного гіпотиреозу, необхідно враховувати при розробці схем лікування та профілактики захворювань пародонта у таких пацієнтів.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Carneiro, M. C., da Silva, N. D. G., Ventura, T. M. O., da Silva Santos, P. S., Buzalaf, M. A. R., Freire, M. (2026). *Salivary Proteome Role in Infection and Immunity*. In: Rezaei, N., Ziaei, H. (eds). *Oral Immunology. Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1492, 747–773. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-032-03176-1_36.
2. Fernandez-Solari, J., Barrionuevo, P., & Mastronardi, C. A. (2015). Periodontal disease and its systemic associated diseases. *Mediators Inflamm*, 2015, 153074. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/153074>.
3. Chojnowska, S., Aries, T., Wilinska, I., Sienicka, P., Cabaj-Wiater, I., & Knaś, M. (2018). Human saliva as a diagnostic material. *Advances in Medical Sciences*, 63 (1), 185–191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.advms.2017.11.002>.
4. Bascones-Martínez, A., Muñoz-Corcuera, M., & Bascones-Ilundain, J. (2015). Diabetes and periodontitis: A bidirectional relationship. *J Med Clin (Barc)*, 145(1), 31–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2014.07.019>.

5. Bui, F. Q., Almeida-da-Silva, C. L. C., Huynh, B. et al. (2019). Association between periodontal pathogens and systemic disease. *Biomed J*, 42(1), 27–35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.12.001>.
6. Bezushko, A. V., Hasiuk, P. A., Vorobets, A. B. et al. (2024). Assessment of diagnosed changes in periodontal tissues. In patients with gastroesophageal reflux disease. *Clinical and Preventive Medicine*, 5, 27–33. DOI: <https://doi.org/10.31612/2616-4868.5.2024.04>.
7. Aldulaijan, H. A., Cohen, R. E., Stellrecht, E. M. et al. (2020). Relationship between hypothyroidism and periodontitis: A scoping review. *Clin Exp Dent Res*, 6(1), 147–57. DOI: <https://doi.org/10.1002/cre2.247>.
8. Dhanwal, D. K. (2011). Thyroid disorders and bone mineral metabolism. *Indian J Endocrinol Metab*, 15(2), 107–12. DOI: <https://doi.org/10.4103/2230-8210.83339>.
9. Lee, J.-H., Choi, J.-K., Jeong, S.-N. et al. (2018). Charlson comorbidity index as a predictor of periodontal disease in elderly participants. *J Periodontal Implant Sci*, 48(2), 92–102. DOI: <https://doi.org/10.5051/jpis.2018.48.2.92>.
10. Ye, Z., Cao, Y., Miao, C. et al. (2022). Periodontal therapy for primary or secondary prevention of cardiovascular disease in people with periodontitis. *Cochrane Database Syst Rev*, 10, CD009197. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009197.pub5>.
11. Kan, F., & Kucukkurt, I. (2022). Investigation of the effect of boron on thyroid functions and biochemical parameters in hypothyroid induced-rats. *J Biochem Mol Toxicol*, 36(11), e23186. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbt.23186>.
12. Hodovanets, O. I., Kitsak, T. S., & Vitkovskyy, O. O. (2018). Diffuse Nontoxic Goiter in Children and Its Impact on Dental Pathology. *Halytskyi likarskyi visnyk*, 1, 19–21. DOI: <https://doi.org/10.21802/gmj.2018.1.7> [In Ukrainian]
13. Nazir, M. A. (2017). Prevalence of periodontal disease, its association with systemic diseases and prevention. *Int J Health Sci (Qassim)*, 11(2), 72–80.
14. Kovach, I. V., & Volyak, L. M. (2012). Characteristics of dental diseases in children suffering from endemic goiter. *Medychni perspektyvy*, 17(1), 118–121. [In Ukrainian]
15. Blum, M. R., Bauer, D. C., Collet, T. H. et al. (2015). Subclinical Thyroid Dysfunction and Fracture Risk: Meta-analysis. *JAMA*, 3(13), 2055–2065. DOI: <https://doi.org/10.1001/jama.2015.5161>.
16. Teixeira, F. C. F., Marin-Leon, L., Gomes, E. P. et al. (2020). Relationship between periodontitis and subclinical risk indicators for chronic non-communicable diseases. *Braz Oral Res*, 34, e058. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0058>.

Peculiarities of Oral Fluid Calcium-Phosphorus Metabolism in Individuals with Generalized Periodontitis under Hypothyroidism

Repetska O., Popovych Z.

Ivano-Frankivsk National Medical University

Abstract. Somatic pathology, particularly endocrine disorders, belongs to the main predictors of periodontal tissue diseases. Insufficient iodine intake leads to the development of successive adaptive processes capable of maintaining normal thyroid hormone synthesis. Disruption of hormone synthesis in iodine deficiency is a major factor causing a number of diseases and pathological conditions.

The aim of our study was to investigate the peculiarities of oral fluid calcium-phosphorus metabolism in young adults (aged 25–44 years) with hypothyroidism permanently residing in an iodine-deficient area.

Materials and methods. To investigate oral fluid biochemical changes and the state of periodontal tissues in young adults with hypothyroidism caused by iodine deficiency, we examined 330 residents of Ivano-Frankivsk aged 25–44 years. Out of the total number of examined individuals, primary hypothyroidism was detected in 195 subjects (who were included in Group I). Group II comprised 135 individuals without concomitant endocrine pathology.

Results. In the structure of periodontal tissue diseases, generalized periodontitis (GP) of initial-I and II stages prevailed. In Group I, the highest percentage was observed for stage II GP ($37.35 \pm 3.76\%$), while in Group II, it was initial-I stage GP ($28.72 \pm 4.69\%$), $p < 0.01$. Stage III GP was detected in $2.41 \pm 1.19\%$ of Group I patients, whereas no stage III GP was found in Group II. Individuals without endocrine pathology were diagnosed with more initial forms of periodontal diseases: the prevalence of gingivitis was 1.8 times higher than in patients with primary hypothyroidism. In young adults with GP under hypothyroidism, an imbalance in oral fluid calcium-phosphorus metabolism was revealed: a downward trend in oral fluid calcium content was observed with the progression of the inflammatory-dystrophic process in the periodontium, while the phosphorus level, conversely, increased.

Conclusions. Data on mineral metabolism changes, namely impaired calcium absorption and increased phosphorus levels in the oral fluid of patients with generalized periodontitis under primary hypothyroidism, must be considered when developing treatment and prevention regimens for periodontal diseases in this category of patients.

Keywords: *generalized periodontitis, primary hypothyroidism, oral fluid, calcium-phosphorus metabolism, molar ratio, atomic absorption spectrophotometry, young adults.*

Стаття: надійшла до редакції 12.02.2026 р.;
прийнята до друку 14.04.2026 р.;
опублікована 30.05.2026 р.

Репецька Оксана Миколаївна

доктор філософії, асистент кафедри
стоматології післядипломної освіти
Івано-Франківського національного
медичного університету,
м. Івано-Франківськ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-2880-9971>

Попович Зоряна Богданівна

кандидат медичних наук, доцент кафедри
стоматології післядипломної освіти
Івано-Франківського національного
медичного університету,
м. Івано-Франківськ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-4472-3748>

*Костянтин Лихота, Крістіна Ватага**Національний університет охорони здоров'я імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна*

Вплив патології прикусу, стану пародонта та порушень дихальної функції на якість життя дітей 6–14 років

► **Вступ:** Патології прикусу у дітей є поширеними аномаліями, що впливають не лише на естетику, а й на функціональний стан ротової порожнини, психоемоційний стан та якість життя. Порушення прикусу часто поєднуються зі змінами пародонта, дисбіозом ротової рідини та порушеннями гігієни, що може поглиблювати клінічні прояви та ускладнювати ортодонтичне лікування.

Мета дослідження. Вивчити взаємозв'язок між типами патології прикусу, станом пародонта, порушеннями дихальної функції та фізичним і психоемоційним впливом на якість життя дітей 6–14 років, а також визначити ключові фактори, що потребують ранньої корекції.

Матеріал і методи. Дослідження охопило 167 дітей, розділених на дві вікові групи: I (6–9 років, $n = 88$) та II (10–14 років, $n = 79$). Контрольні підгрупи (по 20 дітей) включали дітей без патології прикусу та проблем пародонта. Проводився клінічний огляд стану прикусу та пародонта, оцінка гігієни ротової порожнини, а також опитування дітей та батьків щодо фізичного дискомфорту та психоемоційного впливу на якість життя.

Результати. Патології прикусу у 47,7 % дітей молодшої групи та 60,0 % старшої групи супроводжувалися змінами стану пародонта та дискомфортом у повсякденному житті. Найбільший негативний вплив спостерігався при трансверсальних та локальних аномаліях прикусу. Порушення дихання та низький рівень гігієни посилювали дискомфорт і психоемоційне навантаження. Вікові та гендерні відмінності були незначними, але молодші діти демонстрували більший фізичний дискомфорт.

Висновки. Отримані дані підкреслюють необхідність комплексного міждисциплінарного підходу до діагностики та лікування патології прикусу у дітей, включаючи корекцію стану пародонта та факторів, що впливають на якість життя. Це дозволить запобігти прогресуванню патології та покращити фізичний і психоемоційний стан дітей.

Ключові слова: патологія прикусу; пародонт; якість життя; ротова порожнина; дискомфорт; психоемоційний стан; гігієна ротової порожнини; діти.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Здоров'я ротової порожнини є важливою складовою загального фізичного та психологічного благополуччя дітей і підлітків. Патології прикусу — поширені порушення розвитку зубощелепної системи — не лише впливають на естетику усмішки та функцію жування, а й можуть спричиняти больові відчуття, дискомфорт, а також соціальні та психологічні труднощі у дітей та їхніх сімей [1].

Неправильне розташування зубів або аномалії прикусу ускладнюють ефективну гігієну ротової порожнини, що підвищує ризик розвитку гінгівіту,

пародонтиту та карієсу [2]. Патології прикусу класифікують за сагітальним, вертикальним та трансверсальним напрямками, а також за локальними аномаліями положення окремих зубів [1].

Порушення функції дихання у дітей, зокрема хронічне носове або ротове дихання, асоціюються зі збільшенням ризику розвитку дистальної оклюзії, відкритого прикусу та запальних процесів у тканинах пародонта, що додатково погіршує якість життя, пов'язану зі здоров'ям ротової порожнини (OHRQoL) [3, 4]. OHRQoL відображає як фізичні прояви захворювань (біль, дискомфорт), так і соціально-психологічний вплив на самооцінку дитини, її взаємодію з однолітками

та сім'єю [5]. Для оцінки OHRQoL у дітей застосовують перевірені інструменти: CPQ (Child Perceptions Questionnaire), Child-OIDP, ECONIS та CONIP [5, 6].

За результатами нашого дослідження серед 573 дітей віком 6–14 років із патологією прикусу, інтактний пародонт виявлено лише у 51,8 % пацієнтів, а патологію тканин пародонта — у 48,2 %. Найбільш поширеним був хронічний катаральний гінгівіт, а стан гігієни ротової порожнини у дітей із патологією прикусу значно поступався групі контролю [7]. Найчастіше зустрічалися аномалії положення окремих зубів (38,6 % у дітей 6–9 років та 37,0 % у дітей 10–14 років) та дистальна оклюзія (30,0 та 34,1 % відповідно) [7]. Виявлено поширені порушення дихання, що корелюють із тяжкістю прикусу та станом пародонта [7].

Таким чином, комплексна оцінка впливу патології прикусу, стану пародонта та порушень дихання на OHRQoL у дітей є сучасною та клінічно значущою задачею. Однак існуючі перевірені шкали (CPQ, Child-OIDP, ECONIS, CONIP) не враховують специфічних особливостей дітей із поєднаними стоматологічними та респіраторними порушеннями, таких як трансверсальні аномалії прикусу, скупченість зубів або компенсаторне ротове дихання.

Саме тому нами було розроблено адаптований опитувальник, який поєднує основні категорії перевірених шкал та додатково включає блоки, що оцінюють:

- фізичний дискомфорт, пов'язаний із патологією прикусу та станом пародонта;
- вплив порушень прикусу на жування, мовлення та повсякденні активності;
- емоційний та соціальний вплив, пов'язаний із зовнішнім виглядом зубів і усмішкою;
- специфічний блок про порушення функції дихання (носове та ротове дихання) і його вплив на якість життя дитини;
- труднощі у підтримці гігієни порожнини рота через аномалії зубного ряду або прикусу.

Створення такої спеціалізованої шкали дозволяє отримати більш точні та клінічно релевантні дані щодо впливу патологій прикусу, стану пародонта та порушень дихання на повсякденне життя та психоемоційний стан дітей. Це дає можливість визначати пріоритетні напрямки раннього втручання, розробляти індивідуальні програми профілактики та лікування й підвищувати ефективність міждисциплінарної допомоги.

Мета: вивчити взаємозв'язок між типами патології прикусу, станом пародонта, порушеннями дихальної функції та фізичним і психоемоційним

впливом на якість життя дітей 6–14 років, а також визначити ключові фактори, що потребують ранньої корекції.

Матеріали і методи

Було проведено поперечне дослідження для оцінки впливу різних типів патологічного прикусу, порушень функції дихання та стану пародонта на якість життя дітей, пов'язану зі здоров'ям ротової порожнини (OHRQoL). Обстеження включало клінічну оцінку зубощелепної системи та тканин пародонта, функціональні проби дихання для визначення типу та тяжкості порушень дихальної функції, а також анкетування за перевіреними шкалами CPQ, Child-OIDP та ECONIS. На основі отриманих даних було розроблено власний адаптований опитувальник CONIS-PD (Child Oral Health Impact Scale — Pediatric Dental, Periodontal & Breathing Disorders), спеціально призначений для дітей із патологією прикусу, порушеннями пародонта та дихання. Це дозволяє точніше оцінити фізичні, функціональні та соціально-психологічні аспекти їхньої якості життя.

Популяція та критерії включення/виключення

Дослідження охопило 240 дітей віком 6–14 років (зменшена порівняно з первинним планом вибірка для підвищення точності опитування).

Критерії включення до дослідної групи:

- вік 6–14 років;
- наявність будь-якого типу патологічного прикусу (сагітальні, вертикальні, трансверсальні аномалії або локальні аномалії положення зубів);
- згода батьків або опікунів на участь у дослідженні;
- здатність дитини відповідати на питання анкет.

Критерії виключення з дослідної групи:

- тяжкі соматичні або неврологічні захворювання, що можуть впливати на функцію дихання або самооцінку;
- вроджені аномалії розвитку щелеп (незрощення губи та піднебіння);
- проведене ортодонтичне лікування протягом останніх 12 місяців;
- відсутність згоди батьків або опікунів.

Критерії включення для контрольної групи:

- вік 6–14 років;
- нормальний розвиток зубощелепної системи, відсутність патології прикусу;
- відсутність клінічно значущих порушень пародонта;
- відсутність порушень дихальної функції (нормальне носове дихання);

Таблиця 1.

**Групи дослідження за віком, статтю та типом патології прикусу
для оцінки OHRQoL у дітей 6–14 років**

Група	Кількість дітей, <i>n</i>	Вік, років	Хлопці / Дівчата	Основні патології прикусу
1	100	6–10	50 / 50	Сагітальні, вертикальні, трансверсальні аномалії, локальні аномалії зубів
2	100	11–14	50 / 50	
Контрольна	40	6–14	20/20	Відсутність патології прикусу, нормальний розвиток зубощелепної системи

Таблиця 2.

**COHIS-PD (Child Oral Health Impact Scale — Pediatric Dental, Periodontal & Breathing Disorders):
оцінка впливу патології прикусу, порушень пародонта та дихальної функції
на якість життя дітей 6–14 років**

№	Питання / Сфера	Пояснення / Що оцінюється	Оцінка (0–4) 0 – ніколи, 1 – рідко, 2 – іноді, 3 – часто, 4 – завжди	Коментарі / Приклади
Фізичний дискомфорт				
1	Біль у зубах чи яснах	Чи боліли зуби або ясна під час їжі, сну чи розмови	0–4	«Чи боліли зуби останні 2 тижні?»
2	Труднощі при жуванні	Чи важко було жувати тверду їжу через зуби або прикус		«Чи важко було пережовувати яблуко чи хліб?»
3	Незручність при вимові / розмові	Чи складно було вимовляти слова через прикус або зуби		«Чи було важко говорити перед друзями?»
4	Дискомфорт через ротове дихання	Відчуття сухості в роті або труднощі через дихання		«Чи часто ти дихав ротом, коли ніс був закладений?»
Пародонтальне здоров'я				
5	Запальні процеси пародонта	Червоність, набряк, кровоточивість ясен	0–4	Оцінка після огляду: 0 — немає, 4 — сильно виражено
6	Гігієна ротової порожнини	Чи легко дитині чистити зуби через прикус		«Чи важко чистити зуби через скупченість чи виступи зубів?»
Соціальна адаптація				
7	Естетичний дискомфорт	Чи соромилася дитина усміхатися через прикус або зуби	0–4	«Чи соромно усміхатися перед друзями?»
8	Соціальна взаємодія	Вплив стану зубів на дружбу та спілкування		«Чи уникали тебе друзі через вигляд зубів?»
Підтримка та стрес				
9	Психоемоційний стан	Тривога, засмучення через зуби чи дихання	0–4	«Чи засмучувався ти через зуби або дихання?»
10	Стрес / Напруження	Чи відчувала дитина стрес через дискомфорт зубів чи прикусу		«Чи нервувався ти через зуби чи посмішку?»

Примітка: 1. Для дітей 6–9 років анкета заповнюється разом із батьками, старші діти 10–14 років відповідають самостійно.

2. Під час оцінки враховуються клінічні дані щодо прикусу, стану пародонта та типу дихання.

3. Шкала COHIS-PD створена на основі комбінованого використання CPQ, Child-OIDP та ECOHIS, адаптована для дітей із патологією прикусу, порушенням дихання та пародонтальною патологією, що дозволяє комплексно оцінити фізичний, соціальний та емоційний вплив стоматологічних проблем на якість життя.

• згода батьків або опікунів на участь у дослідженні;

• здатність дитини відповідати на питання анкет.

Критерії виключення для контрольної групи:

• наявність будь-якого типу патології прикусу;
• патології пародонта або значущі стоматологічні проблеми;

• порушення дихальної функції (ротове або змішане дихання);

• тяжкі соматичні або неврологічні захворювання;

• проведене ортодонтичне лікування протягом останніх 12 місяців;

• відсутність згоди батьків або опікунів.

Групи дослідження

Для аналізу OHRQoL діти були розподілені за статтю та віковими підгрупами, а також за типом патології прикусу (табл. 1).

Таблиця 3.

Інтерпретація результатів

Сумарний бал	Інтерпретація
0 – 8	Дуже хороший стан, мінімальний вплив на життя дитини
9 – 16	Помірний дискомфорт, частковий вплив на повсякденне життя
17 – 24	Виражений негативний вплив на фізичне та психоемоційне благополуччя
25 – 32	Сильний негативний вплив на якість життя, потребує клінічного втручання

Підгрупи дітей також враховували наявність порушень дихання (носове, ротове, змішане) та стан пародонта (інтактний/запальний). Така структура дозволяє зіставити OHRQoL між віковими групами, статтю та типами патології прикусу.

Клінічне обстеження

1. Оцінка типу патологічного прикусу:

- Сажітальні аномалії: дистальна та мезіальна оклюзія;
- Вертикальні аномалії: відкритий та глибокий прикус;
- Трансверсальні аномалії: перехресний прикус;
- Локальні аномалії положення окремих зубів: скупченість, діастеми, екструдовані або інтрузовані зуби, аномалії прорізування.

2. Оцінка стану пародонту та гігієни порожнини рота:

- Індекс гінгівіту (Gingival Index, GI за Loe & Silness) для оцінки запальних змін ясен;
- Індекс нальоту (Plaque Index, PI за Silness & Loe) для визначення ступеня гігієни;
- Виявлення карієсу та інших патологій зубів (індекс КППВ/кп).

3. Оцінка порушень дихання:

- Визначення типу дихання (носове, ротове або змішане) за допомогою спостереження та функціональних проб;
- Підтвердження результатів за допомогою капнотрейнера для оцінки вентиляційної функції легень.

4. Анкетування для оцінки OHRQoL:

- Діти заповнювали адаптовані версії шкал CPQ та Child-OIDP, пристосовані для вікової групи 6–14 років (табл. 2).

Ці шкали обрані, оскільки дозволяють комплексно оцінити вплив стоматологічного стану на повсякденне життя дитини, включаючи фізичний дискомфорт, емоційний стан та соціальні взаємодії. Для дітей молодшого віку (6–9 років) батьки заповнювали анкету ECHOIS, що дає змогу оцінити якість життя дитини з перспективи сім'ї та врахувати вплив стоматологічних проблем на функціонування родини.

Вибір показників (біль, жування, мовлення, ротове дихання, стан пародонта, естетика, соці-

альна взаємодія, психоемоційний стан та стрес) обумовлений необхідністю охопити ключові сфери, які найбільш чутливі до аномалій прикусу, порушень пародонта та дихальної функції у дітей. Такий підхід дозволяє оцінити не лише фізичний дискомфорт, а й соціально-психологічний вплив стоматологічних проблем, що є критично важливим для ранньої діагностики та планування інтервенцій.

Антропометричні та демографічні дані

- Вік та стать дитини;
- Вимірювання ширини та довжини зубних дуг;
- Оцінка впливу віку, статі та локальних аномалій положення зубів на якість життя, пов'язану зі здоров'ям порожнини рота (OHRQoL).

Статистичний аналіз

- Порівняння середніх значень OHRQoL між групами з різними типами прикусу, станом пародонту та типом дихання;
- Аналіз залежності між тяжкістю аномалії прикусу, наявністю локальних аномалій зубів, порушенням гігієни та OHRQoL;
- Враховувалися фактори віку та статі дитини.
- Статистична значущість визначалася при $p \leq 0,05$.

Результати

Для детальнішого аналізу впливу патології прикусу на якість життя дітей 6–14 років було проведено розподіл пацієнтів за віковими підгрупами (6–10 років та 11–14 років) та статтю (хлопці та дівчата). Це дозволяє оцінити, чи вплив різних типів прикусу на фізичний, соціальний та емоційний стан дитини змінюється залежно від віку або статі, а також виявити специфічні групи ризику для ранньої інтервенції.

У табл. 4 наведено середні значення сумарного балу COHIS-PD для кожної підгрупи та типу патології прикусу, що дає змогу порівняти OHRQoL між віковими групами, статтю та різними аномаліями зубощелепної системи.

Аналіз табл. 4 показує, що молодші діти (6–10 років) демонструють вищі середні значення фізичного дискомфорту та стресу порівняно зі

Таблиця 4.

Середні бали COHIS-PD за блоками та підгрупами дітей 6–14 років

Вікова група	Тип прикусу, аномалії	Стать	Сумарний бал (середнє $\pm$ SD)	Достовірність (p)
6–10 років	Сагітальний	Хлопці	5,9 $\pm$ 2,0	—
		Дівчата	6,2 $\pm$ 2,2	0,45 (ns)
	Вертикальний	Хлопці	7,9 $\pm$ 2,4	—
		Дівчата	8,1 $\pm$ 2,6	0,52 (ns)
	Трансверсальний	Хлопці	9,4 $\pm$ 2,9	—
		Дівчата	9,6 $\pm$ 3,1	0,48 (ns)
	Локальні аномалії	Хлопці	9,0 $\pm$ 2,7	—
		Дівчата	9,2 $\pm$ 2,9	0,55 (ns)
11–14 років	Сагітальний	Хлопці	6,1 $\pm$ 2,3	—
		Дівчата	6,3 $\pm$ 2,1	0,48 (ns)
	Вертикальний	Хлопці	8,0 $\pm$ 2,7	—
		Дівчата	8,2 $\pm$ 2,5	0,50 (ns)
	Трансверсальний	Хлопці	9,5 $\pm$ 3,0	—
		Дівчата	9,7 $\pm$ 3,1	0,46 (ns)
	Локальні аномалії	Хлопці	9,1 $\pm$ 2,8	—
		Дівчата	9,3 $\pm$ 2,9	0,53 (ns)
Контроль (здорові)	—	Хлопці	2,5 $\pm$ 1,1	—
		Дівчата	2,7 $\pm$ 1,3	0,40 (ns)

Примітки: Значення у дужках поруч із p — це рівень статистичної значущості для порівняння підгруп (хлопці vs дівчата) у відповідній віковій категорії.
 $p < 0,05$ — різниця достовірна, статистично значуща.

$p \geq 0,05$ або ns (not significant) — різниця недостовірна, статистично незначуща.

Наприклад, 0,45 (ns) означає, що $p = 0,45$, тобто відмінність між хлопцями та дівчатами не є статистично достовірною.

старшими (11–14 років), хоча деякі відмінності між хлопцями та дівчатами були статистично недостовірними.

В усіх вікових групах найнижчі бали спостерігалися у блоках соціальної адаптації та пародонтального здоров'я, що може свідчити про більший вплив прикусу на фізичний дискомфорт і психоемоційний стан дитини, ніж на соціальні взаємодії.

Дані дозволяють оцінити вплив віку та статі на OHRQoL і підкреслюють необхідність індивідуалізованого підходу до ранньої діагностики та профілактики стоматологічних порушень.

Для детальнішого аналізу впливу патологічного прикусу на якість життя дітей 6–14 років результати COHIS-PD були розраховані за блоками (фізичний дискомфорт, пародонтальне здоров'я, соціальна адаптація, підтримка та стрес) з урахуванням вікових підгруп (6–10 та 11–14 років) та статі (хлопці та дівчата). Це дозволяє оцінити, як різні типи прикусу впливають на повсякденне життя та психоемоційний стан дитини залежно від віку та статі, а також виявити найбільш уразливі групи для ранньої інтервенції (табл. 5).

Аналіз табл. 5 демонструє, що тип патологічного прикусу значно впливає на якість життя

дітей, пов'язану зі здоров'ям порожнини рота (OHRQoL), незалежно від віку та статі. Найвищі сумарні бали COHIS-PD спостерігалися у дітей із трансверсальними аномаліями (перехресний прикус) та локальними аномаліями зубів (скупченість, діастеми), що свідчить про більший фізичний дискомфорт, емоційне навантаження та стрес у цих підгрупах.

Діти з сагітальними або вертикальними аномаліями прикусу мали помірніші показники за всіма блоками шкали COHIS-PD, тоді як контрольна група (здорові діти) демонструвала найнижчі середні бали, підтверджуючи мінімальний вплив нормального прикусу на фізичний та психоемоційний стан дитини.

Вікові підгрупи (6–10 та 11–14 років) показали легку тенденцію до більшого фізичного дискомфорту та стресу у молодших дітей, що може бути пов'язано з меншою здатністю адаптуватися до дискомфорту, слабшими навичками самостійної гігієни та підвищеною чутливістю до соціальних факторів.

Проте статистичні порівняння між хлопцями та дівчатами у межах вікових груп виявилися недостовірними ($p \geq 0,05$), що свідчить про відсутність суттєвих гендерних відмінностей у впливі патологічного прикусу на OHRQoL.

Таблиця 5.

Середні бали CONIS-PD за блоками та підгрупами дітей 6 – 14 років залежно від типу патологічного прикусу, віку та статі

Тип прикусу, аномалії	Вікова група, років	Стать	Фізичний дискомфорт (середнє $\pm$ SD)	Пародонтальне здоров'я	Соціальна адаптація	Підтримка та стрес	Сумарний бал	Достовірність (p)
Сагітальний	6 – 10	Хлопці	2,0 $\pm$ 0,7	1,7 $\pm$ 0,6	1,5 $\pm$ 0,6	1,5 $\pm$ 0,7	5,9 $\pm$ 2,0	—
		Дівчата	2,1 $\pm$ 0,7	1,8 $\pm$ 0,7	1,6 $\pm$ 0,6	1,6 $\pm$ 0,7	6,2 $\pm$ 2,2	0,45 (ns)
	11 – 14	Хлопці	2,1 $\pm$ 0,8	1,8 $\pm$ 0,7	1,6 $\pm$ 0,6	1,6 $\pm$ 0,7	6,1 $\pm$ 2,3	—
		Дівчата	2,2 $\pm$ 0,8	1,8 $\pm$ 0,7	1,6 $\pm$ 0,6	1,7 $\pm$ 0,7	6,3 $\pm$ 2,1	0,48 (ns)
Вертикальний	6 – 10	Хлопці	2,4 $\pm$ 0,8	1,9 $\pm$ 0,7	1,7 $\pm$ 0,7	1,8 $\pm$ 0,8	7,9 $\pm$ 2,4	—
		Дівчата	2,5 $\pm$ 0,9	2,0 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 0,7	1,9 $\pm$ 0,8	8,1 $\pm$ 2,6	0,52 (ns)
	11 – 14	Хлопці	2,5 $\pm$ 0,9	2,0 $\pm$ 0,8	1,7 $\pm$ 0,7	1,8 $\pm$ 0,8	8,0 $\pm$ 2,7	—
		Дівчата	2,5 $\pm$ 0,9	2,0 $\pm$ 0,8	1,8 $\pm$ 0,7	1,8 $\pm$ 0,8	8,2 $\pm$ 2,5	0,50 (ns)
Трансверсальний	6 – 10	Хлопці	2,9 $\pm$ 0,9	2,2 $\pm$ 0,8	2,1 $\pm$ 0,7	2,4 $\pm$ 0,8	9,4 $\pm$ 2,9	—
		Дівчата	3,0 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,8	2,2 $\pm$ 0,7	2,5 $\pm$ 0,8	9,6 $\pm$ 3,1	0,48 (ns)
	11 – 14	Хлопці	3,0 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,8	2,2 $\pm$ 0,7	2,5 $\pm$ 0,8	9,5 $\pm$ 3,0	—
		Дівчата	3,1 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 0,8	2,2 $\pm$ 0,7	2,5 $\pm$ 0,8	9,7 $\pm$ 3,1	0,46 (ns)
Локальні аномалії	6 – 10	Хлопці	2,7 $\pm$ 0,8	2,0 $\pm$ 0,7	1,9 $\pm$ 0,7	2,1 $\pm$ 0,8	9,0 $\pm$ 2,7	—
		Дівчата	2,8 $\pm$ 0,8	2,1 $\pm$ 0,7	2,0 $\pm$ 0,7	2,2 $\pm$ 0,8	9,2 $\pm$ 2,9	0,55 (ns)
	11 – 14	Хлопці	2,8 $\pm$ 0,8	2,1 $\pm$ 0,7	2,0 $\pm$ 0,7	2,2 $\pm$ 0,8	9,1 $\pm$ 2,8	—
		Дівчата	2,9 $\pm$ 0,8	2,1 $\pm$ 0,7	2,0 $\pm$ 0,7	2,3 $\pm$ 0,8	9,3 $\pm$ 2,9	0,53 (ns)
Контроль	6 – 14	Хлопці	0,8 $\pm$ 0,5	0,6 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 1,1	—
		Дівчата	0,8 $\pm$ 0,5	0,6 $\pm$ 0,4	0,7 $\pm$ 0,5	0,5 $\pm$ 0,4	2,7 $\pm$ 1,3	0,40 (ns)

Примітки: 1. Значення наведені як середнє $\pm$ стандартне відхилення (SD).2. Достовірність (p) показує рівень статистичної значущості між хлопцями та дівчатами у відповідній віковій групі: $p < 0,05$ — різниця достовірна; $p \geq 0,05$ або ns — різниця статистично недостовірна.

3. Вищі бали CONIS-PD відображають більший негативний вплив на якість життя, пов'язану зі здоров'ям порожнини рота.



Таблиця 6.

Кореляція клінічних факторів із блоками COHIS-PD у дітей 6–14 років

Клінічний фактор	Фізичний дискомфорт	Пародонтальне здоров'я	Соціальна адаптація	Підтримка та стрес
CPI (стан пародонта)	$r = 0,42, p < 0,01$	$r = 0,51, p < 0,01$	$r = 0,28, p < 0,05$	$r = 0,36, p < 0,01$
OHI-S (індекс гігієни)	$r = 0,47, p < 0,01$	$r = 0,44, p < 0,01$	$r = 0,22, p = 0,06$ (ns)	$r = 0,40, p < 0,01$
Тип прикусу (сагітальний, вертикальний, трансверсальний, локальні аномалії)	$r = 0,39, p < 0,01$	$r = 0,35, p < 0,01$	$r = 0,20, p = 0,08$ (ns)	$r = 0,42, p < 0,01$
Тип дихання (носове, ротове, змішане)	$r = 0,44, p < 0,01$	$r = 0,38, p < 0,01$	$r = 0,25, p < 0,05$	$r = 0,47, p < 0,01$

Примітки: 1. r — коефіцієнт кореляції Пірсона; p — рівень статистичної значущості.
2. ns — статистично не значуще ($p \geq 0,05$).

Серед блоків шкали COHIS-PD найбільший негативний ефект спостерігається у фізичному дискомфорті та стресі, тоді як показники соціальної адаптації та пародонтального здоров'я були нижчими. Це свідчить про те, що патологічний прикус переважно впливає на фізичний стан і психоемоційне сприйняття проблем у порожнині рота, ніж на соціальну взаємодію дитини.

Для детальнішого аналізу впливу клінічних факторів на якість життя дітей 6–14 років, пов'язану зі здоров'ям порожнини рота, була проведена кореляційна оцінка між сумарними та блоковими показниками COHIS-PD і такими клінічними параметрами: стан пародонту (CPI), індекс гігієни (OHI-S), тип прикусу, вік та стать.

Результати кореляційного аналізу представлені у таблиці 6. Вони дозволяють визначити, які фактори найбільше посилюють фізичний дискомфорт, погіршують пародонтальне здоров'я, соціальну адаптацію та психоемоційний стан дітей, а також оцінити загальний вплив на сумарний бал COHIS-PD. Таке порівняння дає змогу виявити найбільш уразливі підгрупи дітей для ранньої діагностики та профілактичних заходів у клінічній практиці.

Аналіз кореляції клінічних факторів із показниками COHIS-PD у дітей 6–14 років (табл. 6) дозволяє оцінити, які саме параметри найбільше впливають на якість життя, пов'язану зі здоров'ям порожнини рота (OHRQoL).

Результати показали, що стан пародонта (CPI) та індекс гігієни (OHI-S) мають статистично значущу кореляцію з фізичним дискомфортом та психоемоційними проявами (підтримка та стрес), що свідчить про прямий зв'язок між наявністю запальних процесів у пародонті, гігієною порожнини рота і суб'єктивним дискомфортом дитини.

Тип прикусу також демонструє помірну кореляцію з фізичним дискомфортом та стресом,

проте його вплив на соціальну адаптацію є слабшим і статистично незначущим. Це вказує на те, що ортодонтичні аномалії більше впливають на функціональні та емоційні аспекти життя, ніж на соціальну взаємодію.

Особливо помітною є роль типу дихання: діти з ротовим або змішаним типом дихання мають вищі показники фізичного дискомфорту, стресу та пародонтальних проблем. Це підтверджує, що порушення дихальної функції може значно погіршувати OHRQoL, посилюючи дискомфорт, підвищуючи ризик пародонтопатій і негативно впливаючи на психоемоційний стан дитини.

Таким чином, на основі даних таблиці можна виділити найбільш критичні фактори, що погіршують якість життя дітей:

- незадовільний стан пародонта;
- низький рівень гігієни порожнини рота;
- ротовий або змішаний тип дихання;
- трансверсальні та локальні аномалії прикусу (перехресний прикус, скупченість зубів).

Ці фактори виявляються пріоритетними для ранньої діагностики та профілактики, оскільки їх корекція може суттєво покращити фізичний і психоемоційний стан дитини, а отже, і її повсякденне життя.

Обговорення

Результати нашого дослідження показали, що патології прикусу, порушення дихальної функції та стан пародонта суттєво впливають на якість життя дітей 6–14 років, що підтверджується високими показниками сумарного балу COHIS-PD у групах із трансверсальними та локальними аномаліями зубного ряду. Найбільш значущий вплив спостерігався на фізичний дискомфорт та психоемоційний стан, тоді як соціальна адаптація і пародонтальне здоров'я були менш уражені.

Ці результати відповідають даним світової літератури, де підкреслюється, що порушення прикусу у дітей асоціюються з дискомфортом при жуванні, мовленні та ротовим болем, що прямо знижує OHRQoL [1, 2]. Також відзначається, що локальні аномалії зубного ряду, як-от скученість та діастеми, особливо впливають на психоемоційний стан дітей, викликаючи сором'язливість та зниження самооцінки [3].

Виявлена у нашому дослідженні кореляція між станом пародонта та сумарним балом COHIS-PD підтверджує дані Salim et al. [2], які показали, що запальні процеси пародонта та низький рівень гігієни значно погіршують фізичний комфорт та емоційний стан дітей. Крім того, наші дані про вплив порушень дихальної функції на OHRQoL узгоджуються із сучасними дослідженнями, що вказують на значне погіршення якості життя при ротовому чи змішаному диханні через збільшення дискомфорту та підвищений ризик запалення тканин пародонту [4].

Використання адаптованої шкали COHIS-PD дозволило інтегрувати оцінку фізичного, психоемоційного та соціального впливу стоматологічних порушень у дітей, що збігається з підходами, описаними у систематичних оглядах щодо CPQ та ECHOIS [5, 6]. Такий комплексний підхід є особливо актуальним для ранньої діагностики та планування індивідуальних профілактичних і терапевтичних програм, спрямованих на зниження негативного впливу патологій прикусу, пародонта та порушень дихання на повсякденне життя дітей.

Наші дані також підтверджують локальні дослідження українських авторів, які демонструють високий рівень пародонтальних порушень серед дітей із патологіями прикусу та їхній значущий вплив на OHRQoL [7]. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до оцінки стоматологічного здоров'я дітей та інтеграції функціональних аспектів дихання у клінічну практику.

Висновки

1. Патології прикусу у дітей 6–14 років суттєво впливають на якість життя, пов'язану зі здоров'ям порожнини рота (OHRQoL), особливо через фізичний дискомфорт, труднощі при жуванні та мовленні, а також підвищений психоемоційний стрес.

2. Найбільший негативний вплив на OHRQoL спостерігається при трансверсальних аномаліях прикусу та локальних аномаліях зубного ряду (скученість, діастеми), що відображається у найвищих середніх балах COHIS-PD у цих групах дітей.

3. Стан пародонта та рівень гігієни порожнини рота є ключовими факторами, що посилюють фізичний дискомфорт і погіршують психоемоційний стан дитини.

4. Порушення функції дихання, особливо ротове або змішане дихання, значно погіршують OHRQoL, підвищуючи ризик розвитку запальних процесів у пародонті та дискомфорту.

5. Вікові та гендерні відмінності у впливі патології прикусу на якість життя дітей виявилися незначними, хоча молодші діти (6–10 років) демонструють тенденцію до більшого фізичного дискомфорту та психоемоційного навантаження.

6. Найбільш критичними для ранньої діагностики та профілактики є такі фактори: незадовільний стан пародонта, низький рівень гігієни порожнини рота, ротове або змішане дихання, трансверсальні та локальні аномалії прикусу.

7. Корекція зазначених факторів може суттєво покращити фізичний та психоемоційний стан дітей і підвищити їхню якість повсякденного життя.

Обмеження дослідження та перспективи подальших досліджень

Незважаючи на отримані значущі результати, дослідження мало певні обмеження: поперечна структура не дозволяє оцінити причинно-наслідкові зв'язки, а обсяг вибірки може впливати на узагальнення даних. Для подальшого уточнення впливу патологій прикусу на якість життя дітей доцільно проводити когортні та інтервенційні дослідження, які дозволять оцінити ефективність ранніх ортодонтичних та пародонтальних втручань, вплив корекції дихальної функції та профілактичних програм гігієни ротової порожнини. Впровадження таких досліджень сприятиме розробці індивідуалізованих стратегій комплексної стоматологічної та психоемоційної підтримки дітей з патологіями прикусу.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Baskaradoss, J. K., & Bhagavatula, P. (2020). Malocclusion and oral health-related quality of life in children: A review. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 44(3), 163–169.
2. Salim, N., et al. (2021). Impact of malocclusion on oral hygiene and periodontal health in children: A cross-sectional study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 31(5), 659–667.
3. Paixão, M., Riahi, E., Nagavi Alhosseini, A., Amjadi, P., & Behnampour, N. (2021). Impact of dental caries on oral health-related quality of life among preschool children: Parents' perception. *BMC Oral Health*, 21, 68. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01396-4>.
4. Halbig, J. M., et al. (2023). Oral health-related quality of life, impaired physical health, and orofacial pain in children and adolescents with juvenile idiopathic arthritis — a prospective multicenter cohort study. *BMC Oral Health*, 23, 895. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03510-0>.
5. Lourdes-Ribeiro, M. L., et al. (2022). Child perceptions questionnaire and oral health-related quality of life: A systematic review. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 32(4), 467–480.
6. Correia, K., Ribeiro, G., & Mendes, S. (2024). Early Childhood Oral Health Impact Scale: Psychometric evaluation in Portuguese preschool children. *Acta Stomatol Croat*, 58, 39–51. DOI: <https://doi.org/10.15644/asc58/1/4>.
7. Lykhota, K., & Vataga, K. (2024). Prevalence of periodontal tissue pathology in children with different types of pathological occlusion. *Oral and General Health*, 5(3), 127–134. [Лихота, К., Ватага, К. (2024). Поширеність патології тканин пародонта у дітей з різними типами патологічного прикусу. *Oral and General Health*, 5(3), 127–134]. DOI: <https://doi.org/10.22141/ogh.5.3.2024.201> [in Ukrainian].

Impact of Malocclusion, Periodontal Status, and Respiratory Function Disorders on the Quality of Life in Children Aged 6–14 Years

Lykhota K., Vataga K.

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. Malocclusions in children are common anomalies that affect not only aesthetics but also the functional state of the oral cavity, psycho-emotional well-being, and quality of life. Malocclusions are often accompanied by periodontal changes, oral microbiome imbalance, and poor oral hygiene, which may exacerbate clinical manifestations and complicate orthodontic treatment.

Aim of the study. To investigate the relationship between types of malocclusion, periodontal status, respiratory function disorders, and the physical and psycho-emotional impact on the quality of life of children aged 6–14 years, as well as to identify key factors requiring early correction.

Materials and Methods. The study included 167 children, divided into two age groups: Group I (6–9 years, $n = 88$) and Group II (10–14 years, $n = 79$). Control subgroups (20 children each) consisted of children without malocclusion or periodontal problems. Clinical examination assessed malocclusion type and periodontal status, oral hygiene, and included surveys of children and parents regarding physical discomfort and psycho-emotional impact on quality of life.

Results. Malocclusions were observed in 47.7% of younger children and 60% of older children, often accompanied by periodontal changes and daily-life discomfort. The greatest negative impact was associated with transverse and localized malocclusions. Respiratory disorders and poor oral hygiene increased discomfort and psycho-emotional burden. Age and gender differences were minor, although younger children reported greater physical discomfort.

Conclusion. The findings emphasize the need for a comprehensive, interdisciplinary approach to diagnosing and treating malocclusion in children, including periodontal care and addressing factors affecting quality of life, in order to prevent progression of pathology and improve both physical and psycho-emotional well-being.

Keywords: malocclusion; periodontium; quality of life; oral cavity; discomfort; psycho-emotional status; oral hygiene; children.

Стаття: надійшла до редакції 10.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 19.05.2026 р.

Лихота Костянтин Миколайович

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри
терапевтичної та дитячої стоматології
Національного університету охорони
здоров'я України імені П. Л. Шупика,
м. Київ, Україна



<https://orcid.org/0000-0003-0912-6470>

Ватага Крістіна Андріївна

аспірант кафедри терапевтичної
стоматології та дитячої стоматології
Національного університету охорони
здоров'я України імені П. Л. Шупика,
м. Київ, Україна



<https://orcid.org/0009-0006-5740-5924>

*Марія Кістенюк, Альона Мельник**Навчально-науковий інститут стоматології,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна*

Визначення стану постійних зубів з незавершеним формуванням коренів у дітей, що звернулись з метою ортодонтичного лікування

► **Актуальність.** Висока поширеність карієсу та його ускладнень у дітей в Україні визначає необхідність пошуку нових методів скринінгу карієсу у дітей та підлітків. Особливо актуальною є рання діагностика та профілактика карієсу та його ускладнень для пацієнтів, які готуються до подальшого ортодонтичного лікування.

Мета. Визначити поширеність та інтенсивність карієсу постійних зубів із незавершеним формуванням коренів у дітей, що звернулись до стоматологічної клініки з метою ортодонтичного лікування, за результатами аналізу ортопантомограм.

Матеріали та методи. Здійснено ретроспективний аналіз 109 ортопантомограм (ОПТГ) дітей віком від 7 до 15 років, які первинно не мали скарг стосовно стану твердих тканин зубів і звернулись до клініки з метою ортодонтичного лікування. За результатами аналізу ОПТГ визначали показники поширеності та інтенсивності карієсу дентину постійних зубів за індексом КРВз, а окремо — такі показники для зубів, які перебували на різних етапах формування коренів.

Результати. Рентгенологічні ознаки каріозних порожнин і пломб було виявлено на 87,2 % опрацьованих ОПТГ, з них на 65,1 % — виключно в несформованих постійних зубах. Ознаки карієсу дентину постійних зубів були виявлені на 66,1 % рентгенограм. Середня інтенсивність рентгенологічно підтвердженого карієсу за індексом КРВз становила $4,1 \pm 3,6$, до переважав показник «К» (карієс) — $2,3 \pm 2,5$. Інтенсивність карієсу незрілих постійних зубів становила $1,8 \pm 1,7$. Ознаки каріозних уражень дентину переважно реєстрували в молярах (92,2 % від усіх уражених зубів), 39,4 % яких становили зуби з незавершеним формуванням коренів. 7,2 % від усіх уражених зубів становили премоляри, переважно — з незавершеним формуванням коренів (5,8 %). Більшість уражених зубів (40,3 %) перебували на IV стадії формування кореня за Свек.

Висновки. Ознаки ураження карієсу дентину постійних зубів із незавершеним формуванням коренів було виявлено у переважної більшості дітей, які звернулись з метою ортодонтичного лікування. Підвищення ризику появи і прогресування карієсу в зубах, особливо несформованих, під час ортодонтичного лікування вимагає ретельного підходу до повної санації ротової порожнини і планування стоматологічної профілактики до початку ортодонтичного лікування.

Ключові слова: карієс зубів; карієс дентину; несформовані постійні зуби; ортодонтичне лікування; ортопантомограма; поширеність карієсу; інтенсивність карієсу.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

На сьогодні поширеність карієсу постійних зубів у дітей в Україні залишається високою і не має тенденції до зниження [1]. Особливо активним перебігом характеризується карієс постійних зубів із незавершеним формуванням коренів, що

зумовлено низкою морфологічних особливостей незрілих постійних зубів, таких, як низький рівень мінералізації в певних ділянках емалі, невисока активність пульпи стосовно продукції репаративного дентину, а також недостатня увага дітей, підлітків та їх батьків до індивідуального

догляду за порожниною рота в період змінного прикусу [2].

Водночас карієс несформованих постійних зубів за умови пізньої діагностики та відсутності вчасної терапії часто ускладнюється пульпітом та апікальним періодонтитом, лікування яких в зубах з незавершеним формуванням коренів є складним завданням з не завжди прогнозованим результатом і в перспективі — до скорочення терміну перебування зуба в щелепі [3, 4]. Для попередження ураження та прогресування патологічного процесу в незрілих зубах необхідна рання його діагностика, що є можливою у разі регулярних профілактичних оглядів та вчасного звернення дитини/батьків до лікаря-стоматолога. На жаль, карієс нерідко виявляється вже на етапі формування порожнини в зубі тільки під час незапланованих оглядів або обстеження перед ортодонтичним лікуванням. Рентгенологічне дослідження, зокрема ортопантомографія, яка на сьогодні є рутинним діагностичним методом, дозволяє оцінити стан усіх зубів на предмет стадії формування коренів, наявності патологічних змін та потреби в комплексному лікуванні [5]. В цьому аспекті актуальним є визначення стану постійних зубів з незавершеним формуванням коренів у дітей та підлітків, що первинно звертаються до клініки не з приводу карієсу, а з метою ортодонтичного лікування, що і стало завданням даного дослідження.

Мета дослідження: визначити поширеність та інтенсивність карієсу постійних зубів із незавершеним формуванням коренів у дітей, які звернулися до клініки з метою ортодонтичного лікування, за результатами аналізу ортопантомограм.

Матеріали і методи

Здійснено ретроспективний аналіз 109 ортопантомограм (ОПТГ) дітей віком від 7 до 15 років, які первинно не мали скарг стосовно стану твердих тканин зубів і звернулись до стоматологічної клініки з метою ортодонтичного лікування.

Критерії включення до дослідження:

- присутність на ОПТГ постійних зубів з незавершеним формуванням коренів на будь-якому етапі формування;
- якість ОПТГ, яка дозволяла чітко оцінити стан коренів і твердих тканин зубів.

Критерії виключення з дослідження:

- ОПТГ підлітків із повністю завершеним формуванням коренів усіх постійних зубів;
- наявність на ОПТГ ознак спадкових вад твердих тканин зубів, таких як незавершений амелогенез, незавершений дентиногенез та дисплазія дентину.

При аналізі ОПТГ оцінювались такі показники:

- ступінь формування коренів за Svek [6];
 - наявність рентгенологічних ознак карієсу дентину та ускладнень карієсу за станом кісткової тканини в періапікальній ділянці та ділянці біфуркації коренів;
 - наявність рентгенконтрастного пломбувального матеріалу в каріозних порожнинах;
 - наявність рентгенологічних ознак порушень формування окремих зубів.
- Періодизація формування коренів за Svek передбачає такі стадії їх розвитку:
- I — довжина кореня менша за половину його очікуваної довжини;
 - II — довжина кореня становить половину від його очікуваної довжини;
 - III — довжина кореня становить дві третини від його очікуваної довжини;
 - IV — корінь досяг своєї повної довжини, апікальний отвір широко відкритий;
 - V — апікальний отвір закритий, формування кореня завершено.

Критерії реєстрації та оцінки каріозних уражень на ОПТГ застосовували згідно з рекомендаціями I. Mejäre et al. (1998) [7]. Зважаючи на те, що ОПТГ зазвичай не дозволяє чітко визначити рентгенологічні ознаки карієсу емалі, визначали і реєстрували виключно карієс дентину (класи 4 і 5 за I. Mejäre et al.). За результатами аналізу ОПТГ визначали показники поширеності та інтенсивності карієсу дентину постійних зубів за індексом КПВ зубів [8], а окремо — такі показники для зубів, які перебувають на різних етапах формування коренів.

Статистичну обробку даних проводили відповідно до загальноприйнятих методів за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel 2026 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, США). Варіабельність даних у вибірці описували за допомогою середнього значення та середнього квадратичного відхилення ознак.

Результати дослідження

Ознаки каріозних уражень дентину постійних зубів були виявлені на 72 ОПТГ, що становить 66,1 % (табл. 1). Водночас ознаки каріозних уражень постійних зубів із незавершеним формуванням коренів виявлено на 50 ОПТГ (45,9 %). Варто зазначити, що на більшості ОПТГ виявляли ознаки карієсу як у сформованих, так і в несформованих зубах.

Пломбовані каріозні порожнини в постійних зубах виявлені на 55 ОПТГ (50,5 %), пломбовані каріозні порожнини в постійних зубах з незавершеним формуванням коренів — на 22 ОПТГ (20,2 %).

Таблиця 1.

Поширеність ознак карієсу дентину постійних зубів на ОПТГ дітей

Період прикусу	Наявність зубів з каріозними і пломбованими порожнинами, % (n)			Наявність зубів з каріозними порожнинами, % (n)			Наявність зубів з пломбованими каріозними порожнинами, % (n)		
	всього	сформованих	несформованих	всього	сформованих	несформованих	всього	сформованих	несформованих
змінного (n = 67)	86,5 % (58)	49,2 % (33)	61,1 % (41)	64,1 % (43)	28,3 % (19)	41,7 % (28)	46,2 % (31)	22,4 % (15)	23,9 % (16)
постійного (n = 42)	88 % (37)	83,3 % (35)	71,4 % (30)	69 % (29)	54,7 % (23)	52,3 % (22)	57,1 % (24)	57,1 % (24)	9 % (6)
У всіх обстежених (n = 109)	87,2 % (95)	62,3 % (68)	65,1 % (71)	66,1 % (72)	38,5 % (42)	45,9 % (50)	50,5 % (55)	35,7 % (39)	20,2 % (22)

Таблиця 2.

Інтенсивність карієсу дентину постійних зубів на ОПТГ дітей

Період прикусу	КПВ зубів			Компонент К зубів			Компонент П зубів			Компонент В зубів		
	всього	сформованих	несформованих	всього	сформованих	несформованих	всього	сформованих	несформованих	всього	сформованих	несформованих
змінного (n = 67)	3,0 ± 2,0	1,2 ± 2,0	1,8 ± 1,7	1,7 ± 1,7	0,7 ± 1,3	1,0 ± 1,6	1,2 ± 1,5	0,5 ± 1,0	0,7 ± 1,0	0,02 ± 0,7	0,02 ± 0,7	0
постійного (n = 42)	6,0 ± 4,7	4,2 ± 1,8	1,8 ± 1,9	3,5 ± 2,8	2,1 ± 2,4	1,4 ± 1,7	2,5 ± 1,7	2,1 ± 2,1	0,4 ± 2,0	0,02 ± 0,7	0,02 ± 0,7	0
У всіх обстежених (n = 109)	4,1 ± 3,6	2,3 ± 3,1	1,8 ± 1,7	2,4 ± 2,5	1,2 ± 2,1	1,2 ± 1,6	1,7 ± 2,2	1,1 ± 1,8	0,6 ± 1,3	0,02 ± 0,7	0,02 ± 0,7	0

Таблиця 3.

Розподіл усіх зубів з рентгенологічними ознаками карієсу та пломбування каріозних порожнин за стадією формування кореня за Svek (% від усіх уражених зубів)

Стадія формування кореня за Svek	Ураження (карієс і пломби) фронтальних зубів (різців та іклів), % (n)	Ураження (карієс і пломби) премолярів, % (n)	Ураження (карієс і пломби) молярів, % (n)	Ураження (карієс і пломби) усіх груп, % (n)
I	0	0	0	0
II	0	0	1,6 % (8)	1,6 % (8)
III	0	0	3,7 % (18)	3,7 % (18)
IV	0,4 % (2)	5,8 % (28)	34,1 % (167)	40,3 % (197)
V	0,2 % (1)	1,4 % (7)	52,8 % (258)	54,4 % (266)
Всього	0,6 % (3)	7,2 % (35)	92,2 % (451)	100 % (489)



Загалом рентгенологічні ознаки каріозних порожнин і пломб виявлено на 95 ОПТГ (87,2 %), що визначає поширеність карієсу дентину постійних зубів серед обстежених дітей. Такий показник стосовно виключно несформованих постійних зубів виявлено на 71 (65,1 %).

Поширеність ознак карієсу як у сформованих, так і в несформованих зубах була прогнозовано вищою у дітей з постійним прикусом порівняно зі змінним, що свідчить про прогресування цієї патології з віком.

Щодо інтенсивності рентгенологічно підтвердженого карієсу у обстежених дітей, її середнє значення за індексом КПВ становило $4,1 \pm 3,6$, де переважав показник «К» (карієс) — $2,3 \pm 2,5$ як у сформованих, так і в несформованих зубах, що свідчить про незадовільний стан санації ротової порожнини і недостатню увагу до стоматологічного здоров'я (табл. 2). Інтенсивність карієсу незрілих постійних зубів становила $1,8 \pm 1,74$, що є несприятливим прогностичним показником з огляду на раннє ураження незрілих зубів. Середня кількість зубів з ознаками карієсу була більшою у період постійного прикусу.

Ознаки каріозних уражень дентину переважно реєстрували в молярах (92,2 % від усіх уражених зубів), причому трохи менше половини з них (39,4 %) припадало на зуби з незавершеним формуванням коренів (II, III і IV стадії формування за Cvek) (табл. 3). Надзвичайно рідко (0,6 %) виявляли ознаки ураження фронтальної групи зубів. 7,2 % від усіх уражених зубів становили премоляри, переважно — з незавершеним формуванням коренів (5,8 %). Більшість уражених зубів (40,3 %) перебували на IV стадії формування кореня за Cvek, проте певна частка припадала і на більш ранні стадії формування.

З досліджених ОПТГ на 9 було виявлено зуби з ознаками ускладнених форм карієсу (пульпіту і періодонтиту), що становить 8 % від усіх обстежених рентгенограм. У двох пацієнтів була зафіксована рання втрата перших молярів.

Обговорення

Наявність карієсу зубів з незавершеним формуванням коренів (особливо карієсу дентину, який вже потребує оперативного реставраційного лікування) — серйозна проблема дитячої стоматології, що потребує нагальної уваги з боку всіх фахівців, які опікуються стоматологічним здоров'ям дитини. Зокрема діти й підлітки, які звертаються до ортодонта, як правило, потребують прискіпливої уваги з боку лікаря-стоматолога дитячого, що підтвердили результати цього дослідження, а саме — майже 90 % поширеність

карієсу дентину у дітей, які не мали скарг на момент звернення до лікаря-ортодонта. Водночас більшість публікацій присвячено карієсу зубів як наслідку незадовільної гігієни або порушень режиму відвідувань лікаря вже на тлі ортодонтичного лікування [9, 10].

Наявність ознак ускладненого карієсу і видалених зубів на ОПТГ свідчить про актуальну потребу в якісному та вчасному лікуванні для запобігання таким ускладненням, а також коректного ендодонтичного лікування постійних зубів на різних етапах формування коренів у дітей молодшого та середнього шкільного віку. Раннє ендодонтичне втручання в постійні зуби з несформованими верхівками є технічно складним завданням і компрометує виживання такого зуба в подальшому [11].

ОПТГ дає можливість лікарю оцінити стан зубів до початку ортодонтичного лікування і вчасно спрямувати пацієнта на санацію порожнини рота. Варто зазначити, що отримані в цьому дослідженні результати щодо ураженості карієсом найімовірніше є дещо заниженими, оскільки ОПТГ не дає можливості коректно оцінити наявність каріозного дефекту емалі, а також може певною мірою маскувати ураження на вестибулярних і оральних поверхнях зубів. Цим, зокрема, може пояснюватися низький відсоток виявлених у дослідженні ознак карієсу у фронтальних зубах, в яких каріозні дефекти часто локалізуються в пришийкових ділянках вестибулярно [5].

Для більш точної діагностики доцільно використовувати прицільну рентгенографію, зокрема прикусні рентгенограми (bitewing). Проте навіть такі методи діагностики все ж залишаються недостатньо точними для діагностики карієсу оклюзійних поверхонь і початкових стадій ураження емалі, а також можуть давати хибнопозитивні результати [12].

Своєчасна діагностика особливо важлива з огляду на підвищення ризику розвитку та прогресування карієсу на тлі подальшого ортодонтичного лікування [13, 14]. Водночас в доступній літературі досить рідко акцентується увага саме на ураженні зубів із незавершеним формуванням коренів, тоді як такі ураження суттєво підвищують ризик швидкого прогресування й ускладнення патологічного процесу [15].

Це дослідження підтверджує критичну необхідність ретельного попереднього оцінювання стану постійних зубів перед початком ортодонтичного лікування, високу інформативність та доступність методу ОПТГ для первинного скринінгу клінічної ситуації, а також значну потребу в своєчасному терапевтичному лікуванні та

регулярному проведенні комплексних профілактичних заходів у дітей і підлітків.

Висновки

1. Ознаки каріозних уражень дентину зубів із незавершеним формуванням коренів виявлено в переважній більшості дітей, які звернулися по ортодонтичну допомогу.
2. Найчастіше реєстрували ознаки ураження молярів на IV та V стадіях формування кореня за Свек.
3. Підвищення ризику виникнення та прогресування карієсу в зубах (особливо несформованих) під час ортодонтичного лікування вимагає ретельного підходу до повної санації порожнини

рота й ретельного планування індивідуальної стоматологічної профілактики до початку активного апаратурного лікування.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Zadorozhna, I., & Povoroznyuk, V. (2022). Prevalence and Intensity of Dental Caries in Children in Ukraine: Results of Clinical and Epidemiological Survey. *PAIN, JOINTS, SPINE*, (1-2.13-14), 26–29. [Задорожна І. В., Поворознюк В. В. (2022). Поширеність та інтенсивність карієсу зубів у дітей України: результати клініко-епідеміологічного обстеження. *PAIN, JOINTS, SPINE*, 26–29]. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-1507.1-2.13-14.2014.80058> [in Ukrainian].
2. Aras, A., & Dogan, M. S. (2023). Caries Prevalence and Severity in Immature Permanent First Molar Teeth in Sanliurfa City, Turkey. *Journal of Dentistry Indonesia*, 7(1), 13–16.
3. Nuni, E., & Slutzky-Goldberg, I. (2023). *Endodontic treatment for young permanent teeth*. In A. B. Fuks, M. Moskovitz, & N. Tickotsky (Eds.), *Contemporary endodontics for children and adolescents* (pp. 379–398). Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-23980-9_17.
4. Harlamb, S. (2016). Management of incompletely developed teeth requiring root canal treatment. *Australian Dental Journal*, 61(1), 95–106. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12401>.
5. Fogarty W. P., Drummond B. K., & Brosnan M. G. (2015). The use of radiography in the diagnosis of oral conditions in children and adolescents. *The New Zealand Dental Journal*, 111, 144–150.
6. Cvek M. (1992). Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha: a retrospective clinical study. *Endodontics & Dental Traumatology*, 8, 45–55. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1992.tb00228.x>.
7. Mejäre I., Källestål C., Stenlund H., Johansson H. (1998). Caries Development from 11 to 22 Years of Age: A Prospective Radiographic Study. Prevalence and Distribution. *Caries Research*, 32, 10–16. DOI: <https://doi.org/10.1159/000016424>.
8. Khomenko, L. O., Chaikovskiy, Yu. B., Smoliar, N. I., Savychuk, O. V., Ostapko, O. I., Bidenko, N. V., Holubieva, I. M., Moskalenko, A. M., Shmatko, V. I., Liubarets, S. F., & Kononovych, O. F. (2016). *Pediatric operative dentistry. Dental caries and its complications: Textbook for students of higher medical educational institutions of III–IV levels of accreditation of dental faculties, interns and dentists*. (L. O. Khomenko, Ed.); Vol. 1, Книга-плюс. [Хоменко, Л. О., Чайковський, Ю. Б., Смоляр, Н. І., Савичук, О. В., Остапко, О. І., Біденко, Н. В., Голубєва, І. М., Москаленко, А. М., Шматко, В. І., Любарєць, С. Ф., & Кононович, О. Ф. (2016). *Терапевтична стоматологія дитячого віку. Карієс зубів та його ускладнення*: Підручник для студентів ВМНЗ III–IV рівнів акредитації стоматологічних факультетів, інтернів і стоматологів (Л. О. Хоменко, Ред.); Т. 1, Книга-плюс.] ISBN 978-966-460-065-8.
9. Doğramacı, E. J., & Brennan, D. S. (2019). The influence of orthodontic treatment on dental caries: An Australian cohort study. *Community Dent Oral Epidemiol*, 47, 210–216. DOI: <https://doi.org/10.1111/cdoe.12446>.
10. Chen, M., Wu, Z., Du, Y. et al. (2026). Construction of caries risk assessment scale and oral microecology analysis of adolescents with fixed orthodontic treatment. *BMC Oral Health* 26, 652. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-026-08114-y>.
11. Plascencia, Hugo & Díaz, Mariana & Gascón, L. & Garduño, Susana & Guerrero-Bobadilla, Carlos & de Alba, Salvador & Gonzalez-Barba, Geovani. (2017). Management of permanent teeth with necrotic pulps and open apices according to the stage of root development. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 9, e1329–e1239. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.54287>.
12. Silva, Diego & Silva, Andréa & Maia, Ana & Oliveira, Pierre & Souza, Daniela & Sampaio, Fabio. (2015). *Prevention, Diagnosis and Treatment of Caries and Non-Carious Lesions in Orthodontic Patients*. DOI: <https://doi.org/10.5772/59508>.
13. Schulz, S. M., & Yáñez, N. Y. (2022). Dental caries during orthodontic treatment: a review of the literature. *MOJ Orthop Rheumatol*, 14(6), 176–180. DOI: <https://doi.org/10.15406/mojor.2022.14.00603>.

14. Salerno, C., Grazia Cagetti, M., Cirio, S., Esteves-Oliveira, M., Wierichs, R. J., Kloukos, D., & Campus, G. (2024). Distribution of initial caries lesions in relation to fixed orthodontic therapy. A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod*, 1, 46(2). DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjae008>.
15. Bogovska-Gigova, R., Hristov, K. (2025). Assessment of secondary dentinogenesis on permanent molars—a micro-CT study. *J of IMAB*, 31(3), 6361-6365. DOI: <https://doi.org/10.5272/jimab.2025313.6361>.

Assessment of the State of Permanent Immature Teeth in Children Presented for Orthodontic Treatment

Kisteniuk M., Melnyk A.

Educational and Research Institute of Dentistry, Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Relevance: The high prevalence of dental caries and its complications among children in Ukraine determines the need for new screening strategies aimed at preventing dental caries in children and adolescents. Early diagnosis and prevention of this pathology and its complications are particularly relevant for patients planning to undergo orthodontic treatment.

Aim. To evaluate the prevalence and intensity of dental caries in permanent immature teeth in children seeking orthodontic treatment, based on the orthopantomogram (OPTG) analysis.

Materials and methods. A retrospective analysis of 109 orthopantomograms (OPTGs) was conducted. The radiographs belonged to children aged 7 to 15 years who were initially asymptomatic regarding the condition of their dental hard tissues and sought dental care specifically for orthodontic purposes. Based on the OPTG analysis, the prevalence and intensity of dentin caries in permanent teeth were determined using the DMFT index. Additionally, these indicators were assessed separately for teeth at various stages of root development.

Results. Radiographic signs of carious cavities and fillings were detected in 87.2% of the analyzed OPTGs, with 65.1% of these found exclusively in immature permanent teeth. Signs of dentin caries in permanent teeth were identified in 66.1% of the radiographs. The average intensity of radiographically confirmed caries according to the DMFT index was 4.1 ± 3.65 , with the *D* (decayed) component predominating (2.3 ± 2.55). The mean DMFT score for immature permanent teeth was 1.8 ± 1.74 . Signs of dentin carious lesions were predominantly recorded in molars (92.2% of all affected teeth), 39.4% of which were teeth with incomplete root formation. Premolars accounted for 7.2% of all affected teeth, mostly those with incomplete root formation (5.8%). The majority of affected teeth (40.3%) were at Cvek stage 4 of root development.

Conclusions. Signs of dentin caries in immature permanent teeth were identified in the vast majority of children who sought orthodontic treatment. The increased risk of caries development and progression in these teeth during orthodontic therapy necessitates a comprehensive approach to full oral cavity rehabilitation and preventive dental planning prior to the commencement of orthodontic therapy.

Keywords: dental caries; pulpal and periapical diseases; immature permanent teeth; orthodontic treatment; orthopantomogram; caries prevalence; caries intensity.

Стаття: надійшла до редакції 06.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 19.05.2026 р.

Кістенюк Марія Олегівна

аспірант кафедри дитячої стоматології,
Навчально-науковий інститут стоматології,
Національний медичний університет
імені О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-2291-0473>

Мельник Альона Олександрівна

кандидат медичних наук,
доцент кафедри ортодонції,
Навчально-науковий інститут стоматології,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-9397-5445>

Євгенія Зайцева, Оксана Легенчук

Національний медичний університет імені О. О. Богомольця м. Київ, Україна

Стоматологічний статус як критерій вибору засобів та методів гігієнічного догляду у дітей

► **Актуальність.** У статті висвітлено основні принципи гігієнічного догляду за ротовою порожниною у дітей із різним стоматологічним статусом. Розглянуто індивідуалізацію профілактичних заходів залежно від наявності карієсу, захворювань ясен та ортодонтних показань. Наведено рекомендації щодо вибору зубної пасти, щітки та допоміжних засобів гігієни. Показано, що систематичне дотримання комплексних гігієнічних заходів сприяє зниженню ризику стоматологічних захворювань, формуванню у дітей навичок самостійного догляду та підтриманню здоров'я ротової порожнини.

Мета. Обґрунтувати та удосконалити принципи гігієнічного догляду за ротовою порожниною у дітей залежно від стоматологічного статусу шляхом розробки індивідуалізованих профілактичних рекомендацій, спрямованих на збереження стоматологічного здоров'я та попередження розвитку основних стоматологічних захворювань.

Матеріали та методи. Санітарну просвіту проводили серед дітей різних вікових груп у формі індивідуальних консультацій на стоматологічному прийомі та групових занять в організованих колективах. Основним методом навчання були уроки гігієни ротової порожнини, що включали теоретичну та практичну частини. Під час занять враховували вік дітей, рівень їх обізнаності та індивідуальні можливості.

Результати. За підсумками проведення санітарної просвіти відзначено підвищення рівня обізнаності дітей щодо гігієни ротової порожнини, покращення навичок чищення зубів та формування мотивації до регулярного догляду за ними. Ефективність занять залежала від віку дітей та поєднання теоретичної та практичної частин навчання.

Висновок. Отже, рівень гігієни ротової порожнини безпосередньо впливає на стан твердих тканин зубів і слизової оболонки. Саме тому важливою складовою роботи лікаря-стоматолога дитячого є не лише підбір індивідуальних засобів гігієни, а й формування у пацієнта правильних навичок догляду за ротовою порожниною.

Ключові слова: дитяча стоматологія, гігієна ротової порожнини, стоматологічний статус, профілактика карієсу, здоров'я ясен.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Актуальність

Профілактика стоматологічних захворювань залишається актуальною і невід'ємною частиною стоматології [1, 2, 9]. Рівень санітарної культури визначається різними показниками, як вибором предметів і засобів догляду за ротовою порожниною, так і наявністю гігієнічних навичок [4, 5, 7, 13, 14]. На стан ротової порожнини має вплив не тільки регулярність, систематичність і техніка чищення зубів, але й те, як підібрані лікувально-профілактичні засоби і предмети [6, 10].

Гігієна ротової порожнини має прямий зв'язок з показниками інтенсивності каріозного ураження твердих тканин зубів і запалення ясен [3, 8, 11, 12].

Мета дослідження: обґрунтувати та удосконалити принципи гігієнічного догляду за ротовою порожниною у дітей залежно від стоматологічного статусу шляхом розробки індивідуалізованих профілактичних рекомендацій, спрямованих на збереження стоматологічного здоров'я та попередження розвитку основних стоматологічних захворювань.

Матеріали і методи

Санітарна просвіта є одним із методів гігієнічно-го виховання населення. Особливу увагу приділяють дітям різних вікових груп. Санітарна просвіта передбачає інформування пацієнтів про будову зубів, їх роль у житті людини та роль зубних відкладень у виникненні захворювань. Санітарна просвіта проводиться як індивідуально на стоматологічному прийомі, так і в організованих колективах. В організованих колективах основним методом навчання гігієні ротової порожнини є урок гігієни, до якого залучаються вихователі, вчителі і середній медичний працівник. Уроки гігієни поділяють на дві частини: теоретичну і практичну (навчання чищенню зубів). При підготовці уроків гігієни враховують вік дітей, рівень їх знань і можливості кожної вікової групи.

Результати досліджень

За даними дослідників, у 60–70% дитячого населення недостатньо високий рівень гігієни ротової порожнини, що значною мірою зумовлено шкідливими звичками, нераціональним вживанням вуглеводів та загалом низьким рівнем гігієни ротової порожнини. Недостатній рівень гігієни має зв'язок не тільки з нерегулярним доглядом за ротовою порожниною, але й з відсутністю навичок чищення зубів, неправильним вибором необхідних у даних випадках предметів і засобів гігієни. Тому провідне місце у формуванні здорового способу життя належить трьом важливим напрямкам: гігієнічному вихованню, раціонально-му харчуванню та корекції шкідливих звичок.

Досвід показує, що гігієнічне навчання і виховання необхідно проводити серед дитячого населення тільки в співпраці стоматологів, вчителів та батьків. Аналіз результатів відвідувань дітей лікаря-стоматолога дозволяє констатувати, що після проведення навчання пацієнти через 2–3 відвідування набувають стійких правильних мануальних навичок щодо чищення зубів. А батьки розуміють необхідність гігієнічних процедур і мають уявлення щодо вибору щіток і засобів гігієни для дітей.

Рівень гігієни ротової порожнини пацієнта можна оцінити, дослідивши наявність над- і під'ясенних зубних відкладень. Для цього застосовують об'єктивні методи виявлення зубних нашарувань, суть яких полягає в нанесенні на зуби діагностичних засобів, що фарбують їх поверхню. Деякі барвники фарбують м'які відкладення в різні кольори залежно від зрілості зубної бляшки.

Основним методом догляду за ротовою порожниною є чищення зубів. Є декілька методів

чищення, але вибір одного з них залежить від стоматологічного статусу. При здоровій ротовій порожнині застосовують стандартний метод чищення зубів. При наявності під'ясенних зубних відкладень і запаленні ясен рекомендують метод Басса, який поєднує чищення зубів і масаж м'яких тканин.

Основним предметом гігієни ротової порожнини є зубна щітка.

Зубні щітки поділяють за:

- розміром робочої частини (дорослі, підліткові, дитячі);
- жорсткістю щетини (дуже м'які, м'які, середні, жорсткі, дуже жорсткі).

Більшість зубних щіток чотирирядні, але при захворюваннях пародонта застосовують дво- та трирядні (пародонтальні щітки), що мають різний рівень щетини на робочій поверхні. Це сприяє очищенню зубоясенної борозни.

До основних предметів гігієни належать також флоси (зубні нитки). Флоси застосовують для очищення міжзубних проміжків від зубних нашарувань і залишків їжі.

Для якісного догляду за ротовою порожниною недостатньо правильно підібрати предмети гігієни, необхідно також застосовувати засоби гігієни (зубні пасти).

Зубні пасти у своєму складі мають абразивні компоненти, що забезпечує чищення і полірування поверхонь зубів. Велике значення має розмір часточок абразиву, їх форма і кількість (до 40 %). Рівень абразивності зубних паст характеризується індексом RDA. Для дітей цей індекс (RDA) дорівнює 40–70.

Сучасні зубні пасти поділяють залежно від спрямованості їхньої дії:

- пасти, що впливають на мінералізацію твердих тканин зубів, містять у складі мінеральні речовини, такі як сполуки фтору, кальцію, фосфору;
- пасти, що впливають на тканини пародонта і слизову оболонку ротової порожнини, містять протизапальні речовини, ферменти, антисептики, біологічно активні добавки тощо.

Додатковими засобами гігієни є ополіскувачі, що поліпшують очищення поверхонь зубів, запобігають утворенню зубних нашарувань та дезодорують ротову порожнину. Призначений ополіскувач має доповнювати дію зубної пасти, а не повторювати її. Вибір засобів і предметів гігієни залежить від багатьох факторів, але насамперед від стану ротової порожнини. При високій інтенсивності карієсу і його ускладнень призначають пасти, що мають у своєму складі сполуки фториду натрію, монофторфосфату або органічні фтористі сполуки. Призначення цих

Таблиця 1.

Дози фтору для дітей

Вік, років	Концентрація фтору у пасти	Кількість пасти
0–2	1000 ppm (0,05 %)	Зернячко рису
2–6	1000 ppm (0,1 %)	Горохове зернячко
6–12	1450 ppm (0,1–0,15 %)	Смужка 1–2 см
12+	1450 ppm (0,145 %)	Доросла кількість пасти

Примітка: ppm (parts per million) — частки на мільйон, стандартна міра для фтору у пасти.

паст потребує обов'язкового врахування віку пацієнта (табл. 1).

При карієсогенній ситуації у ротовій порожнині є потреба призначити пасти, що містять анти-септики (хлоргексидин, триклозан). Але необхідно пам'ятати, що ці пасти призначають коротким курсом або один-два рази на тиждень. Якщо у ротовій порожнині виявляють запалення ясен, вибір зубних паст здійснюється за іншими принципами. Вибір зубної пасти здійснюють з урахуванням наявності у її складі активної речовини, що має найбільш виражену дію на провідний симптом захворювання.

Стан ротової порожнини впливає і на вибір предметів гігієни. Для дитячого віку обирають дитячі зубні щітки (довжина робочої частини дорівнює розміру 2–3 зубів). Якщо у ротовій порожнині виявлені симптоми запалення слизової оболонки (набряк, гіперемія, кровоточивість), щітка повинна мати м'яку або середньої жорсткості щетину.

При виявленні у пацієнта факторів ризику розвитку захворювань тканин пародонта необхідно звернути увагу на інтердентальну гігієну. Для цього застосовують флоси, але необхідно пам'ятати, що флосами діти можуть користуватися з 9 років. До цього віку чищення міжзубних проміжків здійснюється під наглядом батьків. Флоси застосовують регулярно, після кожного прийому їжі. Проте сам лише вибір і призначення засобів та предметів догляду не може забезпечити належної гігієни ротової порожнини. Саме тому виникає необхідність проведення системного гігієнічного виховання населення.

Складовою частиною гігієнічного виховання є:

- санітарна просвіта;
- навчання методам гігієни.

Перший етап дає пацієнтам теоретичні знання, які включають загальні відомості про будову органів ротової порожнини, їх захворювання та їхній вплив на організм загалом, роль харчу-

вання в профілактиці стоматологічних уражень, а також гігієну ротової порожнини як засіб профілактики.

Кінцева мета санітарної просвіти — це формування переконань, які набуває пацієнт в результаті отриманих знань.

Другий етап — це демонстрація і навчання методам гігієни ротової порожнини. Процедуру чищення зубів виконує пацієнт, а лікар-стоматолог навчає і контролює якість чищення поверхонь.

Алгоритм практичного навчання гігієни

- Під час першого відвідування оцінюється рівень гігієни методом фарбування нальоту та демонструється метод чищення зубів на фантомі.
- Надалі пацієнт чистить зуби під контролем лікаря (пацієнт стоїть біля дзеркала, а лікар-стоматолог перебуває у нього за спиною і, тримаючи руку пацієнта зі щіткою, проводить чищення).
- Лікар-стоматолог демонструє методику застосування флосів для очищення міжзубних проміжків.

Після цього знову оцінюється гігієна ротової порожнини. Така послідовність навчання повторюється протягом кількох відвідувань, поки пацієнт не опанує методику чищення зубів.

Висновки

Враховуючи вищезазначене, необхідно підкреслити, що інтенсивність ураження твердих тканин зубів і слизової оболонки прямо залежить від рівня гігієни ротової порожнини. Тому завдання лікаря-стоматолога полягає не тільки в тому, щоб підібрати засоби і предмети гігієни, оцінивши стан ротової порожнини, але й у тому, щоб навчити пацієнта правильним методам гігієнічного догляду.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Lagoda, L. S. (2018). Hygienic state of the oral cavity in children living in different ecological conditions. *Clinical Dentistry*, (2), 76–81. [Lagoda, L. S. (2018). Гігієнічний стан порожнини рота в дітей, які проживають у різних екологічних умовах. *Клінічна Стоматологія*, (2), 76–81]. DOI: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2018.2.8813> [in Ukrainian].
2. Jarova, S. P., Novikova, K. V., & Jarov, Y. Y. (2019). The state of oral hygiene and the structure of periodontal pathology in adolescents 15–16 years old. *Clinical Dentistry*, (3), 56–61. [Jarova, S. P., Novikova, K. V., & Jarov, Y. Y. (2019). Стан гігієни ротової порожнини та структура пародонтологічної патології у підлітків 15–16 років. *Клінічна Стоматологія*, (3), 56–61]. DOI: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2019.3.10574> [in Ukrainian].
3. Klitynska O., Kytastyi O., Sheveria S., Shetelya V. (2025). The importance and features of oral hygiene measures during orthodontic treatment with fixed structures. *Intermedical journal*, 4, 50–57. [Клітинська О. В., Китастий О. І., Шеверя С. М., Шетеря В. В. (2025). Значення та особливості здійснення гігієнічних заходів в порожнині рота при ортодонтичному лікуванні незнімними конструкціями. *Інтермедичний журнал*, 4, 50–57]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-4-9> [in Ukrainian].
4. Holovko, D., Holovko, A., Marchenko, A., & Khmil, T. (2020). Estimation of efficiency of professional oral hygiene methods during orthodontic treatment. *Actual Problems of Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 20(3), 47–50. [Holovko, D., Holovko, A., Marchenko, A., & Khmil, T. (2020). Оцінка ефективності методів професійної гігієни порожнини рота під час ортодонтичного лікування. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*, 20(3), 47–50. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.20.3.47> [in Ukrainian].
5. Gund, M. P., et al. (2022). Oral hygiene knowledge versus behavior in children: A questionnaire-based analysis. *Clin Exp Dent Res*, 8(5), 1167–1174. DOI: <https://doi.org/10.1002/cre2.607>
6. Elkhodary, H. M., et al. (2023). Individual, familial and country-level factors associated with oral hygiene practices in children: an international survey. *BMC Oral Health*, 23, 50. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02746-0>
7. Bayraktar Nahir C., et al. (2025). Primary school children's oral hygiene knowledge assessed with different educational methods: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 25, 148. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05493-6>
8. Xiaojin Xu, Hongmei Zhang, Mingshan Liu & Guangyun Lai. (2025). Oral hygiene status, oral health-related behaviors and dental caries prevalence in five-year-old children. *BMC Public Health*, 25, 2420. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-025-23659-3>
9. Fathaniard, A. H., et al. (2026). A meta-analysis of oral health interventions in children: impacts on knowledge, behaviour, and clinical outcomes. *Int Dent J*, 76(2), 109374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.109374>
10. Ioana Elena Lile, Carolina Cojocariu, Diana Marian, Tiberiu Hosszu, Ademir Horia Stana, & Otilia Stana. (2025). Oral hygiene and dietary behaviors among Romanian schoolchildren: a cross-sectional study. *Children (Basel)*, 12(12), 1712. DOI: <https://doi.org/10.3390/children12121712>
11. Plyska, O., & Legenchuk, O. (2024). The use of dental plaque dyes as a motivating factor for improving individual oral hygiene. *Medical Science of Ukraine*, 20(1), 100–106. [Плиська О., & Легенчук, О. (2024). Використання барвників зубного нальоту як мотивуючий фактор покращення індивідуальної гігієни порожнини рота. *Медична наука України*, 20(1), 100–106]. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.1.2024.13> [in Ukrainian].
12. Kaskova, L. F., Godovanec, O. I., Mandzyuk, T. B., Kotelban, A. V., Mitchenok, M. P. (2023). State of oral hygiene in 7–12-year-old schoolchildren with different dental status. *World of Medicine and Biology*, 19(86), 65–69. DOI: <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2023-4-86-65-69>
13. Savichuk, O. V., Shapovalova, G. I., Zajceva, Ye. M. (January 10–13, 2023). *Features of oral hygiene in children and adolescents with single artificial crowns*. I th International scientific and practical conference “Current issues of science and integrated technologies”. Milan, Italy. [Савичук О. В., Зайцева Є. М., Шаповалова Г. І., Шаповалов В. П. (2023). *Особливості гігієни порожнини рота у дітей та підлітків з одиночними штучними коронками*. І Міжнародна науково-практична конференція “Current issues of science and integrated technologies,” 10–13 січня 2023 р., Мілан, Італія]. URL: <https://isg-konf.com/uk/current-issues-of-science-and-integrated-technologies/>
14. Zajceva, Ye. M., Shapovalova, G. I. (September 23, 2022). *Recommendations for individual prevention of dental diseases*. III International Scientific and Theoretical Conference “Modernization of today's science: experience and trends,” 85–86. Athens. Hellenic Republic: European Scientific Platform. [Зайцева, Є., & Шаповалова, Г. (2022). *Рекомендації щодо індивідуальної профілактики стоматологічних захворювань*. Збірник наукових праць «SCIENTIA», (23 вересня 2022 р.; Афіни, Греція), 85–86]. Отримано з <https://previous.scientia.report/index.php/archive/article/view/454>

Oral Health Status as a Criterion for Selecting Oral Hygiene Products and Methods in Children

Zaitseva E., Legenchuk O.

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Background. Prevention of dental diseases remains an urgent and integral part of dentistry. The level of oral health literacy is determined by various indicators, including the choice of oral hygiene products and items, as well as the presence of proper hygiene skills. The condition of the oral cavity is influenced not only by the regularity, consistency, and technique of toothbrushing, but also by how well therapeutic and prophylactic products and items are selected. Oral hygiene directly correlates with the intensity rates of dental hard tissue caries and gingival inflammation.

Aim. To substantiate and improve the principles of oral hygiene care in children depending on their oral health status by developing individualized preventive recommendations aimed at maintaining oral health and preventing the development of major dental diseases.

Materials and Methods. Health education is one of the methods of public health upbringing, with particular attention paid to children of various age groups. It involves informing patients about tooth structure, its role in human life, and the impact of dental plaque on disease onset. Health education is conducted both individually during dental appointments and within organized school/preschool groups. In organized groups, the primary method of oral hygiene training is a hygiene lesson, involving educators, teachers, and a school nurse. Hygiene lessons are divided into a theoretical part and a practical part (toothbrushing training). When preparing these lessons, children's age, baseline knowledge level, and the capabilities of each age group are strictly taken into account.

Results. Following the health education program, a significant increase in children's oral hygiene awareness was observed, alongside an improvement in toothbrushing skills and the formation of sustained motivation for regular oral home care. The efficacy of the training sessions directly depended on the children's age and the cohesive integration of theoretical and practical components of instruction.

Conclusions. Consequently, the level of oral hygiene directly impacts the condition of dental hard tissues and the oral mucosa. Therefore, an essential component of a pediatric dentist's work is not only the selection of individualized hygiene products but also the comprehensive development of correct oral care skills in the patient.

Keywords: *pediatric dentistry; oral hygiene; dental status; caries prevention; gingival health.*

Стаття: надійшла до редакції 03.03.2026 р.;
прийнята до друку 13.04.2026 р.,
опублікована 29.05.2026 р.

Зайцева Євгенія Михайлівна

кандидат медичних наук,
доцент кафедри дитячої стоматології
Національного медичного університету
імені О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-2836-217X>

Легенчук Оксана Володимирівна

кандидат медичних наук,
асистент кафедри дитячої стоматології
Національного медичного університету
імені О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-6901-3932>

*Мар'яна Павлишин**Кафедра дитячої стоматології,
Івано-Франківський національний медичний університет, Івано-Франківськ, Україна*

Комплексне лікування запальних змін у тканинах пародонту дітей, які проживають в екологічно забруднених зонах Прикарпаття

▷ **Актуальність.** Хронічний катаральний гінгівіт (ХКГ) в дітей перебуває під впливом забруднення довкілля, психоемоційного стресу, а також функціональних порушень дихання й ковтання. Ці фактори сприяють збереженню запалення та погіршенню гігієни ротової порожнини.

Мета. Оцінити ефективність комплексної терапії, що включає професійну гігієну ротової порожнини, місцеве лікування та лабіально-міофункціональну реабілітацію за допомогою апарату Froggy Mouth, стосовно стану пародонта, типу дихання й нормалізації функції ковтання у дітей, які проживають в екологічно несприятливих умовах.

Матеріали та методи. Об'єкт дослідження — 120 підлітків 12–15 років із хронічним катаральним гінгівітом, рандомізованих у чотири групи з урахуванням екологічного фактора й терапевтичного протоколу. Діагностичний комплекс включав моніторинг параметрів дихання, аналіз процесу ковтання, динамічне цитоморфометричне дослідження пародонта та реографічні показники. Після проведення аденоїдектомії пацієнти проходили курс міофункціональної корекції з використанням апарату Froggy Mouth в поєднанні з диференційованою місцевою фармакотерапією.

Результати. Діти, які проживають в екологічно несприятливих зонах, мали вищий рівень психоемоційного стресу, гіршу гігієну ротової порожнини та більш виражені цитоморфометричні показники запалення пародонта. Функціональні порушення дихання та атипове ковтання були тісно пов'язані з II та IV типами оклюзійних патернів. Комплексна терапія забезпечила поступову нормалізацію цитоморфометричних показників та відновлення функції ковтання протягом 20–25 тижнів.

Висновки. ХКГ в дітей посилюється стресом та несприятливими екологічними факторами. Ефективне лікування вимагає міждисциплінарного підходу, що поєднує стоматологічні, отоларингологічні (ЛОР) та міофункціональні методи. Апарат Froggy Mouth довів свою ефективність у відновленні функції ковтання та покращенні стану пародонта в групах високого ризику.

Ключові слова: стрес, екологічно несприятливі умови, цитоморфометрія, тип дихання, атипове ковтання, апарат Froggy Mouth.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Актуальність

Діти, які проживають в екологічно несприятливих регіонах України й додатково зазнають впливу збройного конфлікту, перебувають у стані хронічного психоемоційного та фізіологічного стресу. Поєднання забруднення повітря, стресових чинників та обмеженого доступу до профілактичної медицини створює умови для розвитку респіраторних дисфункцій та вторинних

стоматологічних ускладнень [1, 14, 18]. Згідно з даними ВООЗ [18] та дослідженнями Schraufnagel et al. [14], тривалий вплив забрудненого повітря спричиняє хронічне запалення слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. У дитячому віці це проявляється частими ринітами, аденоїдитами та стійким порушенням носового дихання [4, 6]. В умовах воєнного стресу ці процеси загострюються через імунну дисрегуляцію, що сприяє

гіпертрофії аденоїдної тканини та формуванню ротового типу дихання [2, 10, 11].

Численні дослідження вказують на зв'язок психоемоційного напруження в дітей зі змінами вегетативної регуляції, зниженням саливації та поведінковими змінами, зокрема втратою мотивації до гігієни ротової порожнини [1, 5, 7]. У воєнний час увага батьків зміщується на питання безпеки, що негативно позначається на дотриманні дітьми правил гігієни [12, 15]. Ротове дихання, характерне для дітей із гіпертрофією аденоїдів, призводить до ксеростомії, зниження очисної функції слини та швидкого накопичення зубного нальоту [1, 3, 9], що провокує розвиток катарального гінгівіту та ранніх форм пародонтиту [1, 9]. Вітчизняні дослідники зазначають, що в дітей з промислових регіонів частіше спостерігається незадовільна гігієна та дистрофічні зміни в пародонті [12]. Поєднання екологічних факторів, воєнного стресу та респіраторних порушень формує хибне коло, ускладнюючи профілактику стоматологічних захворювань [1, 5, 7, 10]. Таким чином, ця категорія дітей потребує міждисциплінарного підходу до лікування, що враховує медичні, психологічні та соціальні аспекти [2, 5, 7, 10].

Методи дослідження

У межах цього клінічного дослідження було проведено первинний скринінг 345 дітей, з яких для подальшого аналізу відібрано 120 пацієнтів із хронічним катаральним гінгівітом (ХКГ) на тлі супутньої ЛОР-патології. Вибірку було розділено на дві групи: 60 дітей, які проживають в екологічно несприятливих умовах (м. Бурштин Івано-Франківської області), та 60 дітей — мешканців м. Івано-Франківська.

Критерії включення:

- вік від 12 до 15 років;
- нормальна довжина вуздечки язика;
- наявність ротового або прихованого ротового дихання.

Критерії виключення:

- вік менший ніж 12 або більший за 15 років;
- асиметрія обличчя, зумовлена генетичними синдромами;
- черепно-мозкові травми в анамнезі (наприклад, переломи кісток черепа).

Результати дескриптивної статистики представлено у вигляді абсолютних чисел та відсоткових частот. Для порівняння частотних показників між групами застосовували критерій χ^2 й точний тест Фішера для парних часток. Статистичну обробку та графічну візуалізацію розподілу даних виконували за допомогою програмного забезпе-

чення R (версія 4.0; R Foundation for Statistical Computing, Відень, Австрія; URL: <https://www.R-project.org>).

Методи лікування

Для оцінки ефективності фармакологічної корекції стану пародонта 120 підлітків із ХКГ та дисфункцією дихання було рандомізовано на дві групи. Спільним етапом для всіх учасників була професійна гігієна за допомогою системи Air Flow.

Основна група (група 1). Застосовували вдосконалений протокол: антисептична обробка (0,12 % розчином хлоргексидину біглюконату) з наступними аплікаціями кверцетинового гелю (екстемпоральне приготування: 2 г на теплій воді) через індивідуальні капи. Курс становив 10 днів.

Група порівняння (група 2). Застосовували традиційний підхід: комбінація розчину хлоргексидину біглюконату, фітотерапії (настій календули та ромашки) та аплікацій 1 % мексенамінової пасту в індивідуальних капах за аналогічною схемою (10 днів).

Усім пацієнтам обох груп попередньо було проведено професійну гігієну ротової порожнини за допомогою апарату Air Flow.

Учасники були розподілені за місцем проживання на основні та контрольні групи й підгрупи.

Основна група 1 (вдосконалений протокол лікування):

- підгрупа 1А — 30 дітей, які проживають в Івано-Франківську;
- підгрупа 1Б — 30 дітей, які проживають в екологічно несприятливих умовах (м. Бурштин).

Група порівняння 2 (традиційний підхід):

- підгрупа 2А — 30 дітей, які проживають в Івано-Франківську;
- підгрупа 2Б — 30 дітей, які проживають в екологічно несприятливих умовах (м. Бурштин).

Контрольна група була аналогічно розподілена залежно від екологічних чинників:

- група К1 — 15 дітей із інтактним пародонтом та без ЛОР-патології (м. Івано-Франківськ);
- група К2 — 15 дітей із інтактним пародонтом та без ЛОР-патології, які проживають в екологічно несприятливих умовах (м. Бурштин).

Після проведення аденоїдектомії всім пацієнтам було призначено курс міофункціональної реабілітації за допомогою пристрою Froggy Mouth. Дослідження проводили з дотриманням етичних норм: участь дітей у клініко-лабораторному до-

слідженні підтверджена письмовими інформованими згодами батьків.

Основними скаргами пацієнтів були дискомфорт у яснах, що супроводжувався галітозом, біль під час вживання твердої їжі та кровоточивість ясен. Крім аналізу скарг, важливою була оцінка емоційного стану пацієнтів, оскільки нині діти живуть у складних психоемоційних умовах через війну в Україні, страх втрати житла чи родини та часті повітряні тривоги [2, 10, 11]. Діти часто нехтують особистою гігієною ротової порожнини з різних вікових і психологічних причин [5, 7]. Підлітки переживають гормональні та емоційні зміни в період статевого дозрівання, які додатково загострюються умовами воєнного часу, зокрема близькістю до стратегічних об'єктів [10, 12].

Усі пацієнти пройшли тестування за шкалою STAI (ДНТ — Державна натурна тривожність Спілбергера), а також спеціально розроблене опитування щодо практик гігієни ротової порожнини [5, 7, 10]. Результати показали, що всі діти в підгрупах 1Б та 2Б мали показники тривожності понад 50 балів, що свідчить про високий рівень тривоги. Натомість діти в підгрупах 1А та 2А мали середній бал 44, що відповідає верхній межі помірної тривожності. Ці відмінності були зумовлені місцем проживання пацієнтів, оскільки діти підгруп 1Б та 2Б мешкали в м. Бурштині — районі зі стратегічною інфраструктурою та частими ворожими атаками [2, 10].

Результати опитування в підгрупах 1А та 2А показали, що 55 дітей (91,7 %) зазначили про постійне перебування в умовах хронічного стресу; 39 пацієнтів (65,0 %) вважали щоденну гігієну ротової порожнини не обов'язковою; 50 дітей (83,3 %) чистили зуби двічі на день, тоді як 10 дітей (16,7 %) — лише один раз; у 46 пацієнтів (76,7 %) процедура чищення тривала лише 20–30 секунд; 20 дітей (33,3 %) знали про зубну нитку й використовували її епізодично, а 15 дітей (25,0 %) щодня користувалися іригатором.

У підгрупах 1Б та 2Б 57 дітей (95,0 %) повідомили про життя в умовах хронічного стресу; 42 пацієнти (70,0 %) вважали щоденну гігієну не обов'язковою; 42 дитини (70,0 %) чистили зуби двічі на день, а 18 дітей (30,0 %) — лише один раз; у 51 пацієнта (85,0 %) індивідуальна гігієна тривала лише 20–30 секунд; 15 дітей (25,0 %) були знайомі з дентальною ниткою (флосом) і застосовували її зрідка, а 9 дітей (15,0 %) щодня використовували іригатор.

Об'єктивне дослідження розпочали з оцінки позаротового статусу, зокрема періорбитальної та періальної зон. У підгрупах 1А та 2А дефекти червоної облямівки губ (хейліт, тріщини, кірочки та

мацерація) діагностовано в 23 пацієнтів (38,3 %), тоді як у підгрупах 1Б та 2Б цей показник був суттєво вищим і становив 58,3 % (35 осіб). Функціональний аналіз підтвердив респіраторну дисфункцію в усього контингенту обстежених. Ротовий тип дихання домінував у підгрупах 1А (76,7 %) та 1Б (80,0 %), тоді як приховане ротове дихання найчастіше фіксували у підгрупі 2А (36,7 %).

Ротовий тип дихання є ключовим чинником розвитку патології губ у обстежених пацієнтів. Постійний потік повітря через ротову щілину призводить до випаровування вологи зі слизової оболонки та червоної облямівки губ, що спричиняє їх пересушування (ксерохейлію).

Цей процес запускає патологічний ланцюжок:

⇒ Порушення бар'єру: сухість призводить до появи мікротріщин.

⇒ Обсіменіння: через тріщини легко проникає вторинна інфекція (бактеріальна або грибкова), що викликає ангулярний хейліт.

⇒ Екологічний фактор: у дітей із екологічно несприятливих зон (групи Б) цей процес загострюється через вплив забруднювачів повітря, які діють як додаткові іританти, що пояснює вищий відсоток уражень (58,3 % проти 38,3 %).

Атипове ковтання було діагностовано в 12 (40,0 %) пацієнтів підгрупи 1А та 14 (46,7 %) підгрупи 2А. У групах 1Б та 2Б поширеність цієї патології була значно вищою — 21 особа (70,0 %) та 22 особи (73,3 %) відповідно. При аналізі оклюзійних порушень, що супроводжують дисфункцію ковтання, встановлено: у підгрупі 1А переважав II тип (9 осіб), у 2А — IV тип (6 осіб), тоді як у підгрупах 1Б та 2Б найчастіше реєстрували IV тип оклюзії.

За II типу визначається міжзубне положення язика від моляра до моляра, що блокує вертикальний ріст і призводить до роз'єднання прикусу. Це спричиняє гіпотонус жувальної та колової мускулатури рота, водночас провокуючи компенсаторне напруження підборідного м'яза для забезпечення герметизації.

Для IV типу характерна бідентальна протрузія (нахил різців уперед) внаслідок надмірного тиску язика на піднебінні поверхні зубів. За такого клінічного стану коловий м'яз рота залишається слабким, а підборідний — працює з підвищеним навантаженням під час кожного акту ковтання.

За даними цефалометрії, у всього контингенту обстежених виявлено горизонтальний вектор росту щелеп та оклюзійні порушення II класу. Характерною ознакою стало низьке розташування тіла язика та каудальне (нижнє) зміщення під'язикової кістки, що підтверджувалося візуалі-

зацією подвійного контуру нижньої щелепи (мандібули). Рентгенологічно підтверджена гіпертрофія глоткового мигдалика зумовлювала суттєве звуження просвіту дихальних шляхів.

Для об'єктивізації стану пародонта було застосовано цитоморфометричний метод із розрахунком індексів ІЗД та ІД. Моніторинг інтенсивності запального процесу здійснювали в динаміці: на етапі діагностики, а також у терміни 6 та 12 місяців на фоні реалізації запропонованого лікувального протоколу. Порівняльна характеристика цитограм виявила суттєву різницю між групами. Якщо в контрольних групах (K1, K2) цитологічна картина відповідала фізіологічній нормі (переважання ядерних клітин поверхневих шарів), то в пацієнтів із ХКГ до початку терапії реєстрували виражену десквамацію епітелію. Наявність базальних клітин та молодих клітин остистого шару в епітеліальних пластах (понад 10 одиниць у комплексі) свідчила про глибину запального процесу.

Достовірно вищі показники індексів ІЗД та ІД в усіх основних групах, порівняно з контролем ($p < 0,05$), корелювали з екологічним навантаженням та хронічним стресом. Проте застосування комплексної терапії забезпечило стійку позитивну динаміку та нормалізацію клітинного складу мазків, що доводить ефективність обраної тактики лікування в умовах поєднаного впливу несприятливих чинників.

Усі пацієнти були скеровані на планову аденомотомію глоткового мигдалика. Через місяць після хірургічного втручання дітям починали проводити патогенетичне міофункціональне лікування апаратом Froggy Mouth, оскільки видалення аденоїдних вегетацій не забезпечує нормалізації положення язика та усунення ротового чи прихованого ротового дихання.

Після проведеної активної лабіальної терапії через 5 тижнів на «стадії 0» (S0) залишилися 83,3 % ($^{25}/_{30}$) пацієнтів підгрупи 1А, 93,3 % ($^{28}/_{30}$) — підгрупи 1Б, 80,0 % ($^{24}/_{30}$) — підгрупи 2А, та 96,7 % ($^{29}/_{30}$) — підгрупи 2Б. На «стадію 1» (S1) перейшли 16,7 % ($^5/_30$) дітей підгрупи 1А, 6,7 % ($^2/_30$) — підгрупи 1Б, 20,0 % ($^6/_30$) — підгрупи 2А, та 3,3 % ($^1/_30$) — підгрупи 2Б.

Після проведеної активної лабіальної терапії через 10 тижнів на «стадії 0» (S0) залишилися 76,7 % ($^{23}/_{30}$) пацієнтів підгрупи 1А, 86,7 % ($^{26}/_{30}$) — підгрупи 1Б, 70,0 % ($^{21}/_{30}$) — підгрупи 2А, та 90,0 % ($^{27}/_{30}$) — підгрупи 2Б. На «стадію 1» (S1) перейшли 23,3 % ($^7/_30$) дітей підгрупи 1А, 13,3 % ($^4/_30$) — підгрупи 1Б, 26,7 % ($^8/_30$) — підгрупи 2А, та 10,0 % ($^3/_30$) — підгрупи 2Б. При цьому 3,3 % ($^1/_30$) учасників підгрупи 2А досяг-

нули автоматизованої навички ковтання і перейшли на «стадію 2» (S2).

Через 15 тижнів від початку терапії на «стадії 0» (S0) перебували 76,7 % ($^{23}/_{30}$) пацієнтів підгрупи 1А, 83,3 % ($^{25}/_{30}$) — підгрупи 1Б, 66,7 % ($^{20}/_{30}$) — підгрупи 2А та 86,7 % ($^{26}/_{30}$) — підгрупи 2Б. На «стадію 1» (S1) перейшли 23,3 % ($^7/_30$) дітей підгрупи 1А, 13,3 % ($^4/_30$) — підгрупи 1Б, 23,3 % ($^7/_30$) — підгрупи 2А, та 13,3 % ($^4/_30$) — підгрупи 2Б. Автоматизованої навички ковтання «стадії 2» (S2), досягнули 3,3 % ($^1/_30$) пацієнтів підгрупи 1Б та 10,0 % ($^3/_30$) — підгрупи 2А.

Через 20 тижнів від початку активної лабіальної терапії на «стадії 0» (S0) залишалися 26,7 % ($^8/_30$) пацієнтів підгрупи 1А, 40,0 % ($^{12}/_{30}$) — підгрупи 1Б, 20,0 % ($^6/_30$) — підгрупи 2А та 46,7 % ($^{14}/_{30}$) — підгрупи 2Б. На «стадію 1» (S1) перейшли 50,0 % ($^{15}/_{30}$) дітей підгрупи 1А, 46,7 % ($^{14}/_{30}$) — підгрупи 1Б, 53,3 % ($^{16}/_{30}$) — підгрупи 2А та 40,0 % ($^{12}/_{30}$) — підгрупи 2Б. Автоматизованої навички ковтання («стадія 2» S2) досягнули 23,3 % ($^7/_30$) учасників підгрупи 1А, 13,3 % ($^4/_30$) — підгрупи 1Б, 26,7 % ($^8/_30$) — підгрупи 2А та 13,3 % ($^4/_30$) — підгрупи 2Б.

Через 25 тижнів від початку активної лабіальної терапії на «стадії 0» (S0) залишалися 13,3 % ($^4/_30$) пацієнтів підгрупи 1А, 20,0 % ($^6/_30$) — підгрупи 1Б, 10,0 % ($^3/_30$) — підгрупи 2А та 23,3 % ($^7/_30$) — підгрупи 2Б. На «стадії 1» (S1) перебували 13,3 % ($^4/_30$) дітей підгрупи 1А, 23,3 % ($^7/_30$) — підгрупи 1Б, 13,3 % ($^4/_30$) — підгрупи 2А та 23,3 % ($^7/_30$) — підгрупи 2Б. Автоматизованої навички ковтання «стадії 2» (S2) досягнули 73,4 % ($^{22}/_{30}$) учасників підгрупи 1А, 56,7 % ($^{17}/_{30}$) — підгрупи 1Б, 76,7 % ($^{23}/_{30}$) — підгрупи 2А та 53,4 % ($^{16}/_{30}$) — підгрупи 2Б.

Дослідження регіонарного кровообігу в тканинах пародонта у хворих на ХКГ проводили на основі порівняльної оцінки якісних та кількісних характеристик реографічних кривих.

Реограми тканин пародонта у групах контролю (K1 та K2) характеризувалися значною амплітудою та швидким висхідним підйомом реографічної хвилі відносно ізолінії. Вершина хвилі мала загострену форму, після чого крива плавно та поступово спадала донизу. У середній третині реографічної кривої, у так званій дикротичній зоні, відзначався додатковий елемент — дикротичний зубець (рис. 1).

За результатами реографії пародонта у хворих на ХКГ встановлено зниження амплітуди та деформацію реографічної кривої: вона набувала двогорбої форми зі згладженим висхідним відрізком. Така конфігурація зумовлена наближенням дикротичного зубця до вершини. У випадках від-

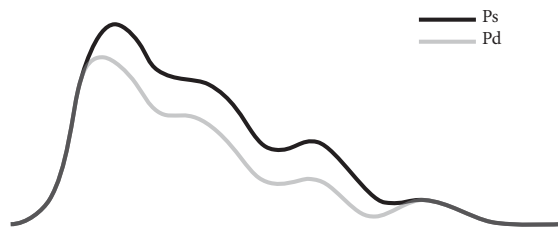


Рис. 1. Реограма тканин пародонта пацієнтів груп контролю (якісні характеристики)



Рис. 2. Реограма тканин пародонта пацієнтів із ХКГ (якісні характеристики)

сутності чіткої додаткової хвилі вершину ідентифікували за допомогою диференціальної реограми. Виявлені зміни (полога крива, уповільнення венозного відтоку) підтверджують наявність венозного застою, що є наслідком хронічного запалення ясен (рис. 2).

У хворих на ХКГ показники ПТС, ППО, ПВВ та ІОК достовірно відрізнялися від таких показників у групах контролю ($p < 0,05$), проте достовірної різниці між реографічними показниками у хворих на ХКГ підгруп А та Б не діагностовано ($p > 0,05$).

Динаміка формування міофункціональних навичок у нашому дослідженні демонструє високий рівень кореляції з результатами попередніх робіт [8, 9]. Встановлено, що повна автоматизація орально-моторних патернів («стадія 2», S2) є тривалим процесом, який стабільно завершується в інтервалі 20–25 тижнів незалежно від вікової категорії пацієнтів — від дошкільного віку до студентства.

Водночас ми зафіксували певні розбіжності на проміжних етапах реабілітації (5–15-й тижні). На нашу думку, уповільнення прогресу на ранніх термінах у досліджуваних підгрупах зумовлене негативним впливом воєнного стану, постійним психоемоційним напруженням та проживанням у регіонах з екологічними ризиками. Ці фактори знижують рівень комплаєнсу (дисциплінованості та співпраці пацієнта) та ускладнюють процеси нейром'язової адаптації порівняно з пацієнтами, які перебувають у стабільних соціальних умовах.

Попри ці обтяжливі чинники, підсумкова конвергенція результатів доводить високу терапевтичну цінність апарата Froggy Mouth. Він забезпечує ефективну нормалізацію положення язика, а також відновлення фізіологічного типу дихання й ковтання, що робить його універсальним інструментом у міждисциплінарному лікуванні підлітків із сомато-стоматологічними порушеннями.

Висновки

1. Встановлено, що перебіг хронічного катарального гінгівіту в дитячому віці супроводжується вираженою запальною інфільтрацією

тканин пародонта. Об'єктивним підтвердженням цього є достовірне зростання цитоморфометричних маркерів (ІЗД та ІД) щодо показників фізіологічної норми ($p < 0,05$), що свідчить про глибину структурно-функціональних порушень у слизовій оболонці ясен [8, 9].

2. Доведено детермінуючий вплив екологічного та психосоматичного фону на клінічний перебіг патології: у дітей, які зазнають техногенного навантаження та соціального стресу, фіксується виражена тривожність і гірші навички щодо гігієнічного догляду за ротовою порожниною. Це корелює з об'єктивними показниками посилення деструктивних процесів у пародонті, підтвердженими цитоморфометричним аналізом [1, 7, 10].

3. Виявлено високу поширеність респіраторних та міодинамічних порушень (ротового дихання та атипичного ковтання) у дітей із хронічним катаральним гінгівітом, що найчастіше супроводжується формуванням оклюзійних патернів II та IV типів. Зазначені функціональні збої є чинниками хронізації запального процесу в тканинах пародонта, що зумовлює необхідність їхньої ранньої діагностики та корекції [8, 9].

4. Застосування міждисциплінарного протоколу лікування, який поєднує професійну гігієну, антисептичну та антиоксидантну терапію (хлоргексидин, кверцетин) із міофункціональною корекцією апаратом Froggy Mouth у післяопераційному періоді, забезпечило стійку позитивну динаміку. Протягом 25-тижневого курсу зафіксовано відновлення фізіологічного акту ковтання та стабілізацію цитоморфологічного статусу пародонта, що підтверджує доцільність інтегрованого підходу в реабілітації дітей груп ризику [8, 9].

5. Дані реографії вказують на дефіцит кровопостачання, судинний застій та утруднення венозного відтоку у хворих на ХКГ. Такі гемодинамічні порушення спричиняють пригнічення метаболізму та трофічні зміни в пародонті. З огляду на це, реографічні індекси варто використовувати як діагностичні критерії для моніторингу стану регіонарного кровообігу на всіх етапах терапевтичного процесу.

6. Отримані результати підкреслюють важливість міждисциплінарного підходу до лікування дітей із хронічним катаральним гінгівітом, що поєднує стоматологічні, ЛОР- та психологічні втручання, особливо серед груп населення, які перебувають під впливом екологічного забруднення та психоемоційних стресорів.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автор ознайомлений з результатами і схвалив остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автор стверджує, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Brandt, E. B., Myers, J. M., Ryan, P. H., & Hershey, G. K. (2015). Air pollution and allergic diseases. *Current opinion in pediatrics*, 27(6), 724–735. DOI: <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000286>.
2. Michael E. W. Varnum, Ryan S. Hampton. (2018). Cultural changes in neural structure and function. *OSF*, 3, 1–22. DOI: <https://doi.org/10.31234/osf.io/52eg3>.
3. Joelijanto, R. (2012). Oral habits that cause malocclusion problems. *Insisiva Dental Journal: Majalah Kedokteran Gigi Insisiva*, 1(2), 88–93. DOI: <https://doi.org/10.18196/di.v1i2.536>.
4. An-Soo Jang, Young Joon Jun, Moo Kyun Park. (2016). Effects of air pollution on upper airway diseases. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 16(1), 13–7. DOI: <https://doi.org/10.1097/ACI.0000000000000235>.
5. Kozliakovskiy, P. (2004). *General psychology: A textbook in 2 volumes. (Vol. 2)*. Mykolaiv. [Козляковський П. (2004). *Загальна психологія: навчальний посібник у 2 томах*. Т. 2. Миколаїв].
6. Marisa F. Naujokas, Beth Anderson, Habibul Ahsan, H. Vasken Aposhian, et al. (2013). The broad scope of health effects from chronic arsenic exposure: update on a worldwide public health problem. *Environ Health Perspect*. 121(3), 295–302. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.1205875>.
7. Loktyeva, S. A. (2009). Personality development and adaptation in the student environment. *Psykhologichni nauky*. 24, 78–82. [Локтева С. А. (2009). Розвиток особистості і адаптація в студентському середовищі. *Психологічні науки*, 24, 78–82].
8. Makhlynets, N. (2026). A stepwise educational framework for practical skill acquisition in undergraduate dental training. *Actual Dentistry*, (6), 50–54. [Махлинець Н. П. (2026). Покрокова освітня модель формування практичних навичок у підготовці студентів-стоматологів. *Сучасна стоматологія*, (6), 50–54]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-6-50>.
9. Makhlynets, N., Plishka, D., Kokoshko, M., Ozhogan, Z., Kozan, N. (2025). Oral parafunctional habits among preschool children in Ukraine: single-center longitudinal study. *Ukrainian Dental Almanac*, (4), 87–94. [Махлинець Н., Плішка Д., Кокошко М., Ожоган З., Козань Н. (2025). Оральні парафункціональні звички в дітей дошкільно-го віку в Україні: одноцентрове лонгітудне дослідження. *Український стоматологічний альманах*, (4), 87–94]. DOI: <https://doi.org/10.31718/2409-0255.4.2025.12>.
10. Makhlynets, N., Kokoshko, M., Kozan, N., Ozhogan, Z., Kotyk, T. (2026). The myofunctional rehabilitation of atypical swallowing in children and adolescents with stress-related detrimental habits: single-center longitudinal study in Ukraine. *Clinical and Experimental Dental Research*, 12(3), e70376. DOI: <https://doi.org/10.1002/cre2.70376>.
11. McLeod, J. (2012). The meanings of stress. Expanding the stress process model. *Society and Mental Health J*, 2(3), 172–86. DOI: <https://doi.org/10.1177/2156869312452877>.
12. Nauholnyk, L. B. (2015). *Psychology of stress*. Lviv State University, Lviv. [Наугольник Л. Б. (2015). *Психологія стресу*. Львівський державний університет, Львів].
13. Radchenko, O. M. (2022). Stress theory and philosophical views of Hans Selye: significance for modern medicine. *Medical newspaper Health of Ukraine 21st century*, 532–533. [Радченко О. М. (2022). Теорія стресу та філософські погляди Ганса Сельє: значення для сучасної медицини. *Медична газета «Здоров'я України 21 сторіччя»*, 15–16, 532–533]. URL: <https://health-ua.com/neurology/mizdisciplinari-problemi/71356-teorya-stresu-tafilosofsk-poglyadigansasel-znachen-nya-dlya-suchasno-meditcin>
14. Sapolsky R. (2005). The influence of social hierarchy on primate health. *Science*, 308(5722), 648–52. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1106477>.
15. Schraufnagel, D. E., et al. (2019). Air pollution and noncommunicable diseases. *Chest*, 155(2), 409–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.042>.

16. Selin, H., Davey, G. (2012). *Happiness across cultures: Views of happiness and quality of life in non-Western cultures*. NY: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-2700-7>.
17. Smirnov, B. O. (2007). *Psychology of activity in experimental situations*. Humanitarian Center, Kharkiv. [Смірнов Б. О. (2007). *Психологія діяльності в експериментальних ситуаціях*. Харків, Гуманітарний центр].
18. Tytarenko, T. M. (2001). *Prevention of violations of youth adaptation to everyday stress and crisis life situations: A textbook*. Kyiv. [Титаренко Т. М. (2001). *Профілактика порушень адаптації молоді до повсякденних стресів і кризових життєвих ситуацій*: навчальний посібник. Київ].
19. World Health Organization. (2018). *Air pollution and child health: Prescribing clean air*.

Comprehensive Treatment of Inflammatory Changes in Periodontal Tissues of Children Residing in Ecologically Polluted Areas of the Prykarpattia Region

Pavlyshyn M.

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Background. Chronic catarrhal gingivitis (CCG) in children is significantly influenced by environmental pollution, psychoemotional stress, as well as functional respiratory and swallowing disorders. These adverse factors contribute to persistent inflammation and the deterioration of oral hygiene.

Objective. To evaluate the clinical effectiveness of a comprehensive therapy protocol — encompassing professional oral hygiene, localized treatment, and labial-myofunctional rehabilitation using the Froggy Mouth appliance — on the periodontal status, breathing type, and normalization of swallowing function in children residing in ecologically unfavorable conditions.

Materials and Methods. The study sample comprised 120 adolescents aged 12–15 years with chronic catarrhal gingivitis, who were randomized into four groups based on environmental factors and the applied therapeutic protocol. The diagnostic complex included the monitoring of respiratory parameters, evaluation of the swallowing process, dynamic cytomorphometric assessment of the periodontium, and rheographic measurements. Following adenoidectomy, the patients underwent a course of myofunctional correction using the Froggy Mouth appliance combined with differentiated localized pharmacotherapy.

Results. Children residing in ecologically unfavorable zones exhibited higher levels of psychoemotional stress, poorer oral hygiene, and more pronounced cytomorphometric markers of periodontal inflammation. Functional respiratory disorders and atypical swallowing were closely associated with types II and IV occlusal patterns. The comprehensive therapy protocol ensured a progressive normalization of cytomorphometric parameters and the restoration of swallowing function within 20–25 weeks.

Conclusions. CCG in children is exacerbated by stress and adverse environmental factors. Effective management requires a multidisciplinary approach that integrates dental, otolaryngological (ENT), and myofunctional interventions. The Froggy Mouth appliance has demonstrated high efficacy in restoring swallowing function and improving periodontal status in high-risk patient groups.

Keywords: stress, ecologically unfavorable conditions, cytomorphometry, breathing type, atypical swallowing, Froggy Mouth appliance.

Стаття: надійшла до редакції 10.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 29.05.2026 р.

Павлишин Мар'яна Віталіївна

асистент кафедри дитячої стоматології,
Івано-Франківський національний
медичний університет,
м. Івано-Франківськ, Україна



<https://orcid.org/0000-0002-5956-3858>

*Лілія Деркач, Наталія Махлинець, Володимир Козут**Івано-Франківський національний медичний університет, м. Івано-Франківськ, Україна*

Порушення кровопостачання тканин пародонта у пацієнтів із зубощелепними аномаліями на тлі змін архітекτονіки присінка ротової порожнини на різних етапах комплексного лікування

► **Мета дослідження:** вивчення особливостей локального кровообігу в тканинах присінка рота у пацієнтів із зубощелепними аномаліями, що розвинулися на тлі дефектів його архітекτονіки.

Методи дослідження: проведено комплексне обстеження та лікування 60 підлітків (вікова категорія 15–17 років) із діагностованими набутими аномаліями та деформаціями зубощелепної системи. Всіх учасників дослідження було розподілено на дві основні групи: Перша група ($n = 30$): хірургічне втручання (пластика сполучнотканинних тяжів) здійснювали за класичною методикою, що передбачала загоєння операційної рани вторинним натягом. Підгрупа 1А ($n = 15$): у післяопераційному періоді застосовували лише «Хлоргексидин-Дента». Підгрупа 1Б ($n = 15$): фармакологічна підтримка включала поєднання «Хлоргексидину-Дента» з «Генгігелем». Друга група ($n = 30$): корекцію проводили за розробленою авторською методикою, спрямованою на загоєння рани первинним натягом. Підгрупа 2А ($n = 15$): призначали «Хлоргексидин-Дента». Підгрупа 2Б ($n = 15$): використовували комбіновану схему — «Хлоргексидин-Дента» та «Генгігель». Для порівняння результатів було сформовано контрольну групу ($n = 15$), до якої увійшли особи без зубощелепних аномалій, шкідливих звичок та ознак пародонтологічних захворювань. Об'єктивну оцінку стану гемодинаміки проводили методом реографії за допомогою програмно-апаратного комплексу «Rheograph DX» та «DX-Complex Regina 2002». Реєстрацію показників здійснювали за допомогою спеціалізованих дентальних електродів, створених у співпраці з підприємством «DX-Complex» (Харків, Україна). Моніторинг реографічних показників виконували етапно: до початку терапії та у терміни 1, 6 і 12 місяців після оперативного втручання.

Наукова новизна. Встановлено, що у пацієнтів із зубощелепними аномаліями на тлі дефектів архітекτονіки присінка рота спостерігається чіткий дефіцит кровопостачання та погіршення трофіки тканин. Про це свідчать виявлені патологічні зміни гемодинамічних параметрів: зростання показників тону судин (ПТС), периферичного опору (ППО) та венозного відтоку (ПВВ) при одночасному зниженні реографічного індексу (PI) та обсяжного кровотоку (ІОК) ($p < 0,05$). Виявлено пряму кореляційну залежність між якісними характеристиками реограм та їх кількісними значеннями. Зафіксовано, що попри загальну позитивну динаміку в усіх групах після лікування, найбільш статистично значуще наближення показників до рівня норми (групи порівняння) спостерігалось у підгрупі 2Б ($p < 0,05$), де застосовувався авторський метод хірургічної корекції.

Висновки. Комплексний аналіз якісних та кількісних параметрів реографії підтвердив, що для пацієнтів віком 15–17 років із поєднаною патологією (зубощелепні аномалії та порушення архітекτονіки присінка рота) характерними є виражена недостатність регіонарного кровообігу, явища застою в тканинах пародонта та утруднення венозного відтоку. Застосування розробленого методу хірургічного втручання з використанням піднебінних мукозних трансплантатів у поєднанні з ад'ювантною терапією «Генгігелем» забезпечує ефективну нормалізацію та стабільне відновлення функціонального стану судинного русла як у найближчі, так і у віддалені терміни спостереження.

Ключові слова: *присінок ротової порожнини; букальні тяжі; тканини пародонта; слизова оболонка; аlogenна трансплантація; регіонарна гемодинаміка.*



Постановка проблеми

Аномалії архітекtonіки присінка рота (ПАПР) належать до ключових етіологічних факторів, що провокують розвиток рецесії ясен, локалізованого пародонтиту та деформацій у процесі прорізування зубів. Виникнення цих патологій зумовлене ішемічними процесами та розладами мікроциркуляції в зонах локалізації сполучнотканинних тяжів (букальних вуздечок) та атипово прикріплених вуздечок. На сьогодні розроблено низку ефективних методик для оцінки регіонарного кровообігу. Застосування таких методів дозволяє фахівцю об'єктивно визначити стан судинного русла, що є необхідним для розробки раціональної, етіопатогенетично обґрунтованої стратегії лікування пацієнтів із поєднаною патологією. Для хірургічного усунення ПАПР стоматологи використовують різні підходи (із загоєнням рани первинним або вторинним натягом), доповнюючи їх застосуванням засобів, що стимулюють репаративні процеси.

Результати багатьох наукових праць підтверджують переваги використання препаратів гіалуронової кислоти як потужного ранозагоювального засобу. Дослідники акцентують увагу на доцільності застосування саме високоочищеної форми гіалуронової кислоти, яка має унікальні фізико-хімічні властивості та є неімуногенною. Встановлено, що екзогенна гіалуронова кислота суттєво перевершує інші препарати за ефективністю регенерації тканин. Вона бере активну участь у фундаментальних фізіологічних та біологічних процесах, зокрема взаємодіє з білками та формами глікозаміногліканів для синтезу протеогліканів. Останні регулюють інфільтрацію запальних клітин і стан позаклітинного матриксу, що впливає на інтенсивність запалення. Завдяки здатності модифікувати клітинне середовище, гіалуронова кислота активує регенераторний потенціал клітин. Крім того, її гідрофільність забезпечує утримання вологи в тканинах, перешкоджаючи формуванню грубих гіпертрофічних рубців. З огляду на зазначені властивості, актуальним завданням є дослідження впливу засобів на основі гіалуронової кислоти на процес загоєння операційної рани шляхом аналізу динаміки якісних та кількісних характеристик реограм у зоні втручання.

Мета: провести порівняльний аналіз стану регіонарного кровопостачання в тканинах присінка рота у пацієнтів із зубощелепними аномаліями та супутнім порушенням архітекtonіки присінка рота при застосуванні різних терапевтичних підходів.

Матеріали і методи

Вивчали реологічні зміни тканин пародонта у 60 хворих на зубощелепні аномалії на фоні порушень архітекtonіки присінка рота віком 15–17 років до лікування та після хірургічної корекції ПАПР (1, 6, та 12 міс.). Усі пацієнти були розподілені на 2 групи та 4 підгрупи.

Першу групу склали 30 пацієнтів, яким виконано пластику сполучних тяжів (букальних вуздечок) класичним методом із загоєнням операційної рани вторинним натягом. У підгрупі 1А (15 осіб) у післяопераційному періоді призначали «Хлоргексидин-Дента», у підгрупі 1Б (15 осіб) — «Хлоргексидин-Дента» та «Генгигель».

У другій групі (30 хворих) виконано пластику сполучних тяжів запропонованим нами методом, при якому рана заживає первинним натягом. Операція полягає у заборі алогенного трансплантата зі слизової оболонки піднебіння та його фіксації в ділянці операційної рани в проекції сполучнотканинних тяжів.

У підгрупі 2А (15 осіб) у післяопераційному періоді призначали «Хлоргексидин-Дента», у підгрупі 2Б (15 осіб) — «Хлоргексидин-Дента» та «Генгигель».

До групи порівняння увійшло 15 осіб без зубощелепних аномалій, деформацій та ортодонтичних конструкцій в анамнезі, без шкідливих звичок і пародонтального статусу.

Всім хворим проводили реографію присінка рота за допомогою апаратів і програм: реограф «Rheograph DX», «DX-Complex Regina 2002». Реоелектроенцефалограф був реєструючим приладом. Реографічні криві оцінювали на основі якісного та кількісного аналізів. Записували реограму та її першу похідну — диференційну реограму, за допомогою якої розраховували кількісні показники: ПТС, ПВВ, ППО, ІОК та РІ. Статистичну обробку результатів проводили на персональному комп'ютері з використанням пакету програм Statistica 12.0. Розподіл даних оцінювали за допомогою критерію Колмогорова-Смирнова. Середні значення та стандартні помилки були розраховані для неперервних змінних. Кореляцію між параметрами аналізували за допомогою коефіцієнта кореляції Спірмена та перевіряли на достовірність. Достовірність була встановлена $p < 0,05$ [7].

Результати та їх обговорення

У хворих підгрупи 1А через 1 міс. після оперативного втручання ПАПР спостерігали покращення якісних та кількісних характеристик реограм: ПТС, ППО, ПВВ зменшувалися, а РІ та ІОК збіль-

Таблиця 1.

**Динаміка реографічних показників хворих на зубощелепні аномалії
на фоні порушень архітекτονіки присінка рота віком 15–17 років підгрупи 1А (М ± m)**

Показники	Здорові, n = 15	Термін спостереження			
		До операції, n = 15	Після хірургічної корекції, n = 15		
			1 міс.	6 міс.	12 міс.
ПТС, %	13,42 ± 1,14	24,21 ± 2,24*	19,15 ± 1,12**	17,26 ± 1,24**	17,61 ± 1,15**
ППО, %	68,25 ± 6,12	91,34 ± 5,42*	84,25 ± 2,25*	75,04 ± 2,14*	76,96 ± 2,21*
ПВВ, %	11,09 ± 0,18	20,91 ± 1,81*	18,36 ± 1,15*	15,08 ± 1,36**	15,63 ± 1,12**
ІОК, Ом/с	0,122 ± 0,005	0,075 ± 0,005*	0,086 ± 0,005*	0,103 ± 0,005**	0,095 ± 0,006*
PI, ум. од.	0,72 ± 0,05	0,30 ± 0,04*	0,49 ± 0,04**	0,58 ± 0,04**	0,55 ± 0,03**

Примітки: * — вірогідність відмінності від здорових ($p < 0,05$);
 * — вірогідність відмінності до і після лікування, ($p < 0,05$).

Таблиця 2.

**Динаміка реографічних показників хворих на зубощелепні аномалії
на фоні порушень архітекτονіки присінка рота віком 15–17 років підгрупи 1Б (М ± m)**

Показники	Здорові, n = 15	До операції, n = 15	Термін спостереження		
			Після хірургічної корекції, n = 15		
			1 міс.	6 міс.	12 міс.
ПТС, %	13,42 ± 1,14	24,21 ± 2,25*	18,45 ± 1,81**	17,12 ± 1,23**	16,95 ± 2,05**
ППО, %	68,25 ± 6,12	91,23 ± 5,44*	79,25 ± 2,16*	72,04 ± 1,76*	76,16 ± 1,21*
ПВВ, %	11,09 ± 0,18	21,07 ± 1,82*	18,15 ± 1,86*	14,58 ± 1,65**	15,22 ± 1,02**
ІОК, Ом/с	0,122 ± 0,005	0,077 ± 0,005*	0,094 ± 0,005**	0,106 ± 0,004**	0,100 ± 0,006**
PI, ум. од.	0,72 ± 0,05	0,27 ± 0,04*	0,52 ± 0,03**	0,57 ± 0,02**	0,53 ± 0,03**

Примітки: * — вірогідність відмінності від здорових ($p < 0,05$);
 * — вірогідність відмінності до і після лікування, ($p < 0,05$).

шувалися порівнянно з показниками до лікування. Значення ПТС та PI достовірно відрізнялися від результатів до лікування ($p < 0,05$) (табл. 1). На реографічних кривих чітко простежувався період швидкого наповнення. Візуалізувалася полого висхідна та низхідна частини з плоскою вершиною.

Через 6 міс. діагностовано достовірне збільшення ІОК, PI та зменшення ПТС, ППО, ПВВ у порівнянні з аналогічними показниками до лікування ($p < 0,05$). Значення ППО недостовірно відрізнявся від показників у групі порівняння ($p > 0,05$). Якісні характеристики реограм корелювали з кількісними показниками. Реографічна крива мала полого висхідну та низхідну частини з невираженою основною вершиною.

Через 12 міс. усі показники достовірно відрізнялися від аналогічних — до лікування ($p < 0,05$), однак простежувалася динаміка до збільшення показник ПВВ, ПТС, ППО та зменшення ІОК, PI. При цьому вони достовірно відрізнялися від результатів у групі порівняння ($p < 0,05$). На реограмах спостерігалася наявність пологої висхідної та низхідної частини, в 11 осіб (73,3 %) діагносту-

вали роздвоєну вершину і додаткову дикротичну хвилю в низхідній частині хвилі. Про порушення венозного відтоку свідчило збільшення ПВВ, який недостовірно відрізнявся від показників до оперативного втручання, а також наявність додаткової дикротичної хвилі.

Кількісні показники реограм у хворих підгрупи 1Б через 1 міс. після операції свідчили про покращення кровопостачання, що проявлялося збільшенням ІОК та PI ($p < 0,05$) та зменшенням ПТС, ППО ($p < 0,05$). Покращувалися якісні ознаки реограм що вказували на швидке наповнення, нормалізацію вершини реографічної кривої, та наявність дикротичного зубця.

Через 6 міс. після мукогінгивальної корекції ПАПР достовірно збільшувалися ІОК, PI та зменшувався ППО порівняно з показниками до лікування ($p < 0,05$). Реографічна крива мала похилу висхідну та низхідну частини із загостреною вершиною.

Через 12 міс. показники реограм мали динаміку до погіршення за кількісними (ППО, ПВВ, ІОК, PI) і якісними характеристиками, однак достовірно відрізнялися від показників до лікування

Таблиця 3.

**Динаміка реографічних показників хворих на зубощелепні аномалії
на фоні порушень архітекτονіки присінка рота віком 15–17 років підгрупи 2А (М ± m)**

Показники	Здорові, n = 15	Термін спостереження			
		До операції, n = 15	Після хірургічної корекції, n = 15		
			1 міс.	6 міс.	12 міс.
ПТС, %	13,42 ± 1,14	24,21 ± 2,26*	17,83 ± 1,65**	15,34 ± 1,54*	15,27 ± 1,13*
ППО, %	68,25 ± 6,12	90,76 ± 5,43*	77,25 ± 1,29*	72,04 ± 1,76*	74,51 ± 1,41*
ПВВ, %	11,09 ± 0,18	21,09 ± 1,83*	16,36 ± 1,58*	13,21 ± 1,67*	13,75 ± 1,43*
ЮК, Ом/с	0,122 ± 0,005	0,073 ± 0,005*	0,102 ± 0,005**	0,112 ± 0,005*	0,110 ± 0,005*
PI, ум. од.	0,72 ± 0,05	0,31 ± 0,04*	0,55 ± 0,04*	0,62 ± 0,04*	0,60 ± 0,06*

Примітки: * — вірогідність відмінності від здорових ($p < 0,05$);

* — вірогідність відмінності до і після лікування, ($p < 0,05$).

Таблиця 4.

**Динаміка реографічних показників хворих на зубощелепні аномалії
на фоні порушень архітекτονіки присінка рота віком 15–17 років підгрупи 2Б (М ± m)**

Показники	Здорові, n = 15	До операції, n = 15	Термін спостереження		
			Після хірургічної корекції, n = 15		
			1 міс.	6 міс.	12 міс.
ПТС, %	13,42 ± 1,14	24,21 ± 2,24*	17,08 ± 1,31**	14,12 ± 1,56*	14,81 ± 1,02*
ППО, %	68,25 ± 6,12	90,95 ± 5,46*	77,01 ± 2,56*	71,32 ± 2,02*	72,96 ± 2,23*
ПВВ, %	11,09 ± 0,18	21,02 ± 1,82*	15,65 ± 1,21**	13,05 ± 1,35*	13,32 ± 1,65*
ЮК, Ом/с	0,122 ± 0,005	0,079 ± 0,005*	0,104 ± 0,005**	0,118 ± 0,004*	0,117 ± 0,005*
PI, ум. од.	0,72 ± 0,05	0,28 ± 0,04*	0,59 ± 0,05**	0,68 ± 0,01*	0,65 ± 0,04*

Примітки: * — вірогідність відмінності від здорових ($p < 0,05$);

* — вірогідність відмінності до і після лікування, ($p < 0,05$).

($p < 0,05$). Особливу увагу привертала форма реографічної кривої, яка мала роздвоєну вершину у вигляді «гребеня півня» на тлі пологої висхідної та низхідної частини хвилі з додатковою хвилею. Припускаємо, що такі зміни зі сторони реограм зумовлені способом загоєння рани після хірургічної корекції ПАПР (табл. 2).

Через 1 міс. після хірургічної корекції ПАПР реографічні показники у хворих підгрупи 2А вказували на динаміку до нормалізації амплітуди реограм. ППО, ЮК, PI достовірно відрізнялися від результатів до лікування ($p < 0,05$). На реограмах висхідна та низхідна частини кривої були пологими із овальною вершиною.

Через 6 міс. як кількісні (ПТС, ППО, ПВВ, ЮК, PI) ($p < 0,05$) (табл. 3), так і якісні показники реографічного дослідження вказували на покращення кровообігу в прооперованій ділянці. Показники недостовірно відрізнялися від результатів у групі порівняння ($p > 0,05$). Спостерігалось швидке підняття анакротичної кривої до вираженої загостреної вершини, наявність дикротичного зубця на плавній дикротичній фазі хвилі.

Через 12 міс. реографічні показники мали невиражену динаміку до погіршення результа-

тів порівняно з показниками через 6 міс., однак достовірно відрізнялися від результатів до лікування ($p < 0,05$) та недостовірно відрізнялися від результатів у групі порівняння ($p > 0,05$). Кількісні характеристики корелювали з якісними показниками.

Реографічні характеристики через 1 міс. після хірургічної корекції ПАПР у хворих 2Б підгрупи вказували на поступове збільшення амплітуди реограм. Якісні характеристики реографічного дослідження вказують на позитивну динаміку самих кривих: полого анакрота з наближеною до гострої вершиною та пологою дикротичною фазою хвилі. Реографічні показники (ППО, ПВВ, ЮК, PI) через 1 міс. після лікування достовірно відрізнялися від показників до операції ($p < 0,05$) (табл. 4). ППО та ПВВ недостовірно відрізнялися від результатів у групі порівняння ($p > 0,05$).

Через 6 міс. якісні та кількісні характеристики реографічного дослідження (ПТС, ППО, ПВВ, ЮК, PI) вказували на покращення кровообігу в тканинах ПР. Показники достовірно відрізнялися від результатів до лікування ($p < 0,05$) та недостовірно відрізнялися від результатів у групі порівняння ($p > 0,05$). Якісні характеристики реограм

більшості хворих вказували на нормалізацію регіонарного кровотоку: швидке підвищення амплітуди реографічної кривої, підняття анакротичної фази хвилі до загостреної вершини, виражений дикротичний зубець на середній третині дикротичної фази.

Через 12 міс. реографічні показники незначно погіршилися, порівняно з даними, отриманими через 6 міс., однак за всіма показниками діагностували вірогідну відмінність порівняно з показниками до лікування на цьому етапі ($p < 0,05$).

Таким чином, до проведення лікування усі пацієнти мали порушення кровопостачання у тканинах пародонта, які підтверджувалися якісними та кількісними характеристиками реограм. Результати нашого дослідження корелюють з результатами інших авторів [2, 6]. Після проведеного лікування проводили порівняльне вивчення регіонарного кровообігу в тканинах присінка рота. У хворих 1А підгрупи встановлено динаміку до нормалізації досліджуваних показників протягом перших 6 міс. після хірургічного етапу лікування. Однак через 12 міс. простежували погіршення якісних та кількісних характеристик реограм. У той час, коли у пацієнтів 1Б підгрупи спостерігали позитивну динаміку реографічних показників, хоча вони значно відрізнялися від таких у групі порівняння ($p < 0,05$). При порівняльній характеристиці виявлено достовірну різницю за показниками у хворих 1Б підгрупи у порівнянні з показниками до лікування ($p < 0,05$). У хворих 2А підгрупи, де рана загоювалася вторинним натягом з використанням мукозних трансплантатів, порівняльне вивчення регіонарного кровообігу в тканинах присінка рота показало, що у більшості хворих спостерігається нормалізація кровопостачання в тканинах присінка рота, як у ранні, так і у віддалені терміни спостереження порівняно з групами хворих, де рана загоювалася вторинним натягом.

Через 6 міс. простежувалися найбільш виражені зміни зі сторони якісних та кількісних показників реограм, які вказують на динаміку до їхньої нормалізації. Через 12 міс. спостерігали незначну динаміку до погіршення досліджуваних показників, однак вони недостовірно відрізнялися від показників у групі порівняння. У хворих 2Б підгрупи, де запропонована нами хірургічна корекція ПАПР доповнена «Генгігелем» у післяопераційному періоді, спостерігаємо позитивну

динаміку більшості показників уже через 1 міс. після втручання на тканинах присінка. Через 6 та 12 міс. нормалізувалися якісні та кількісні характеристики реограм, що вказує на відновлення кровопостачання та нормалізацію венозного відтоку у тканинах пародонта і присінка рота зокрема. При порівняльній характеристиці між показниками у 1Б та 2Б підгрупах через 6 міс. та 12 міс. ІОК та РІ достовірно відрізнялися між групами порівняння ($p < 0,05$).

Отримані порівняльні результати свідчать про перевагу оперативного втручання, де рана загоюється первинним натягом. Використання «Генгігелю» у післяопераційному періоді свідчить про перевагу використання препарату на основі гіалуронової кислоти, про що вказують результати у 1Б та 2Б підгрупах хворих. Низка науковців теж наголошують на ранозагоювальних властивостях препаратів на основі гіалуронової кислоти [9, 15].

Висновки

Проведене наукове дослідження виявило суттєву недостатність регіонарного кровопостачання в тканинах присінка ротової порожнини у пацієнтів із дефектами його архітекτονіки. Даний стан об'єктивно підтверджується змінами якісних характеристик реограм та достовірним відхиленням кількісних індикаторів (ППО, ПТС, ПВВ, ІОК та РІ) ($p < 0,05$). Реалізація хірургічного протоколу корекції аномалій присінка рота із залученням піднебінних мукозних трансплантатів та використанням засобів на основі гіалуронової кислоти в післяопераційному періоді сприяє нормалізації та стабільному утриманню реографічних показників. Ефективність запропонованого методу підтверджується стабільністю результатів у ранні та віддалені терміни клінічного спостереження ($p < 0,05$).

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Abatangelo, G., Martelli, M., & Vecchia, P. (1983). Healing of hyaluronic acid-enriched wounds: Histological observations. *J Surg Res*, 35(5), 410–6. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-4804\(83\)90030-6](https://doi.org/10.1016/0022-4804(83)90030-6).

2. Adzick, N. S., & Longaker, M. T. (1991). Scarless wound healing in the fetus: The role of extracapsular matrix. *Prog Clin Biol Res*, 365, 177–192. PMID: [1862130](#).
3. Bhati, A., Fageeh, H., & Ibraheem, W. (2022). Role of hyaluronic acid in periodontal therapy. *Biomedical report*, 17, 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3892/br.2022.1574>.
4. Boutsis, E. A., & Tatakis, D. N. (2011). Maxillary labial frenum attachment in children. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 1, 284–288. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2011.01121.x>.
5. Casale, M., Moffa, A., Vella, P., Sabatino, L., Capuano, F., Salvinelli, B., Lopez, M. A., Carinci, F., & Salvinelli, F. (2016). Hyaluronic acid: Perspectives in dentistry. A systematic review. *Int J Immunopathol Pharmacol*, 29, 572–582. DOI: <https://doi.org/10.1177/0394632016652906>.
6. Chetana, Sidharthan, S., Dharmarajan, G., Kale, S., Dharmadhikari, S., & Chordia, D. (2023). Comparison of the effectiveness of Gingival unit transfer and free Gingival graft in the management of localized Gingival recession — A systematic review. *J Oral Biol Craniofac Res*, 13(2), 130–137. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2022.11.007>.
7. Forthofer, R. N. (2007). *Biostatistics: A Guide to Design, Analysis, and Discovery*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 502.
8. Iwanaga, J., Takeuchi, N., Oskouian, R. J., & Tubbs, R. S. (2017). Clinical Anatomy of the Frenulum of the Oral Vestibule. *Cureus*, 29, 9(6): e1410. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.1410>.
9. Kouadio, A. A., Jordana, F., Koffi, N. J., Le Bars, P., & Soueidan, A. (2018). The use of laser Doppler flowmetry to evaluate oral soft tissue blood flow in humans. A review. *Arch Oral Biol*, 86: 58–71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2017.11.009>.
10. Marconati, M., & Ramaioli, M. (2020). The role of extensional rheology in the oral phase of swallowing: an in vitro study. *arXiv*, 1, 1–16.
11. Nakamura, M., Hikida, M., Nakano, T., Ito, S., Hamano, T., & Kinoshita, S. (1993). Characterization of water retentive properties of hyaluronan. *Cornea*, 12, 433–436. DOI: <https://doi.org/10.1097/00003226-199309000-00010>.
12. Parker Noah P, Bailey Samuel S, Walner David L. (2009). Effects of basic fibroblast growth factor-2 and hyaluronic acid on tracheal wound healing. *Laryngoscope*, 119(4), 734–9. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.20131>.
13. Prosdocimi, M., & Bevilacqua, C. (2012). Exogenous hyaluronic acid and wound healing: an updated vision. *Panminerva Med*, 54(2), 129–35.
14. Singh, D. B., Stansby, G., & Harrison, D. K. (2008). Assessment of oxygenation and perfusion in the tongue and oral mucosa by visible spectrophotometry and laser Doppler flowmetry in healthy subjects. *Adv Exp Med Biol*, 614, 227–33. DOI: https://doi.org/10.1007/978-0-387-74911-2_26.
15. Vigetti, D., Karousou, E., Viola, M., Deleonibus, S., De Luca G., & Passi, A. (2014). Hyaluronan: Biosynthesis and signaling. *Biochim Biophys Acta*, 1840(8), 2452–2459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2014.02.001>.

Changes in Periodontal Blood Supply in Patients with Maxillomandibular Anomalies and Vestibular Architectonic Disorders during Complex Treatment

Derkach L., Makhlynets N., Kohut V.

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

The aim of the study was to evaluate the features of local blood circulation in the tissues of the oral vestibule in patients with dentofacial anomalies associated with architectonic defects.

Research methods: a comprehensive examination and treatment of 60 adolescents (age category 15–17 years) with diagnosed acquired anomalies and deformations of the dentofacial system was carried out. All study participants were divided into two main groups: The first group ($n=30$): surgical intervention (connective tissue cord plastic) was performed according to the classical method, which involved healing of the surgical wound by secondary tension. Subgroup 1A ($n=15$): in the postoperative period, only chlorhexidine-denta was used. Subgroup 1B ($n=15$): pharmacological support included a combination of *Chlorhexidine-Denta* with *Gengigel*. The second group ($n=30$): correction was performed according to the author's developed method aimed at wound healing by primary tension. Subgroup 2A ($n=15$): *Chlorhexidine-Denta* was prescribed. Subgroup 2B ($n=15$): a combined regimen was used—*Chlorhexidine-Denta* and *Gengigel*. To compare the results, a control group ($n=15$) was formed, which included individuals without dentofacial anomalies, bad habits and signs of periodontal diseases. Objective assessment of the hemodynamic state was performed by rheography using the software and hardware complex *Rheograph DX* and *DX-Complex Regina 2002*. Registration of indicators was carried out using specialized dental electrodes created in cooperation with the enterprise *DX-Complex* (Kharkiv, Ukraine). Monitoring of rheographic parameters was performed in stages: before the start of therapy and at 1, 6, and 12 months after surgery.

Scientific novelty: It has been established that patients with dentofacial anomalies and concurrent architectonic defects of the oral vestibule exhibit a distinct deficiency in regional blood supply and deterioration of tissue trophism. This is evidenced by pathological changes in hemodynamic parameters: an increase in peripheral vascular resistance (PVR), venous vascular tone (VVT), and venous outflow (VO), with a simultaneous decrease in the rheographic index (RI) and volumetric blood flow (VBF) ($p < 0.05$). A direct correlation between the qualitative characteristics of rheograms and their quantitative values was revealed. It was noted that despite the general positive dynamics in all study groups after treatment, the most statistically significant approximation of indicators to the physiological norm (comparison group) was observed in Subgroup 2B ($p < 0.05$), where the author's surgical correction method was applied.

Conclusions. A comprehensive analysis of qualitative and quantitative rheography parameters confirmed that patients aged 15–17 years with combined pathology (dental anomalies and violations of the architectonics of the vestibule of the mouth) are characterized by pronounced insufficiency of regional blood circulation, stagnation in periodontal tissues and difficulty in venous outflow. The use of the developed method of surgical intervention using palatal mucosal grafts in combination with adjuvant therapy with *Gengigel* provides effective normalization and stable restoration of the functional state of the vascular bed both in the near and long-term observation periods.

Keywords: *oral vestibule; buccal cords; periodontal tissues; mucous membrane; palatal mucosal grafts; regional hemodynamics; rheography; Gengigel.*

Стаття: надійшла до редакції 24.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 18.05.2026 р.

Деркач Лілія Зіновіївна

кандидат медичних наук,
доцент кафедри хірургічної стоматології,
Івано-Франківський національний
медичний університет

 <https://orcid.org/0009-0009-3968-7464>

Махлинець Наталія Петрівна

доктор медичних наук,
професор кафедри
терапевтичної стоматології,
Івано-Франківський національний
медичний університет

 <https://orcid.org/0000-0002-1199-8086>

Когут Володимир Любомирович

доктор філософії,
асистент кафедри хірургічної стоматології,
Івано-Франківський національний
медичний університет

 <https://orcid.org/0000-0002-8157-4342>

Оксана Клітинська, Ігор Розюк

*Кафедра стоматології післядипломної освіти
Навчально-наукового інституту стоматології та лабораторної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»,
м. Ужгород, Україна*

Аналіз застосування спектральних методів при відновленні твердих тканин зубів непрямими реставраціями (огляд літератури)

▷ **Вступ.** Вибір непрямой реставрації у повсякденній клінічній практиці здебільшого ґрунтується на досвіді лікаря і доступності матеріалів, тоді як наукові дані щодо оптичних, біомеханічних та адгезійних властивостей системи «реставрація — зуб» накопичуються відокремлено і рідко знаходять відображення в стандартизованих протоколах. Це породжує розрив між рівнем наявних досліджень і реальною клінічною практикою, що негативно позначається на передбачуваності довгострокового результату лікування.

Мета роботи — систематизувати сучасні дані щодо спектральних, біомеханічних та адгезійних аспектів застосування непрямих реставрацій і на цій основі визначити перспективи їх інтеграції в єдиний клінічний алгоритм.

Матеріали та методи. Для літературного огляду було відібрано наукові статті за 2020–2025 роки, що індексуються у базах даних PubMed, Scopus та на видавничій платформі MDPI. Ключовими напрямками для пошуку джерел були: оптичні властивості твердих тканин зубів і реставраційних матеріалів; біомеханічна поведінка непрямих реставрацій під функціональним навантаженням; спектрофотометричні методи визначення кольору, а також способи підготовки зуба та його фіксації, зокрема техніки негайного запечатування дентину.

Виклад основного матеріалу. Встановлено, що оптичні властивості твердих тканин зуба є багатокомпонентними: флуоресценція, прозорість і метамеризм діють у взаємозв'язку та не можуть бути коректно оцінені без приладового спектрофотометричного вимірювання. При цьому умови проведення вимірювання, зокрема ступінь зволоженості зуба, здатні суттєво вплинути на отриманий результат, що вимагає уніфікації клінічного протоколу. Аналіз біомеханічних досліджень показав, що конструктивні рішення щодо обсягу перекриття горбків і вибір адгезивного протоколу безпосередньо визначають розподіл напружень у системі та стійкість реставрації до функціонального навантаження. Поєднання раціонального препарування з технікою глибокого підняття краю та негайним запечатуванням дентину виявилось найбільш ефективним із погляду захисту залишкових тканин. Протокол негайного запечатування дентину підтверджено як вагомий чинник зниження частоти післяопераційних ускладнень і підвищення якості адгезивного з'єднання завдяки захисту препарованої поверхні від контамінації у проміжний клінічний період. Непрямі реставрації мають доведені переваги перед прямими методами відновлення за біомеханічними й адгезійними показниками, а спектрофотометричний контроль є необхідним, а не факультативним компонентом клінічного протоколу.

Висновки. На сьогодні не виявлено інноваційного матеріалу, який може повністю повторити природні тканини зуба, тому перевірка кольору за допомогою спеціального приладу є обов'язковою складовою роботи. Для того, щоб правильно визначити непряму реставрацію, варто зважати на такі характеристики: по-перше, як вона виглядає, а по-друге, наскільки міцна і як добре фіксується. Водночас науково доведено, що найкращий результат забезпечує поєднання правильної підготовки зуба та негайного запечатування дентину перед фіксацією.

Ключові слова: адгезивні протоколи, відновлення зубів, метод скінченних елементів, спектрофотометрична стоматологія, колірна стабільність.

Актуальність

Лікування твердих тканин зубів із використанням непрямих реставрацій залишається одним із пріоритетних напрямів сучасної стоматології, що зумовлено зростанням естетичних вимог пацієнтів та необхідністю забезпечення довготривалої функціональної надійності відновлених зубів [1]. Незважаючи на широке клінічне застосування керамічних і композитних непрямих конструкцій, досі не існує єдиного підходу до обґрунтування їх вибору, який би інтегрував одночасно оптичні, біомеханічні та адгезійні критерії [2]. Проблема полягає в тому, що лікар-стоматолог під час планування реставрації змушений приймати рішення в умовах неповноти даних, оскільки стандартні методи визначення кольору не відображають реальних спектральних характеристик тканин зуба, а вибір матеріалу нерідко здійснюється без урахування його мінерального складу та впливу на якість адгезивного з'єднання [3–5]. Водночас клінічна практика демонструє, що ігнорування біомеханічних особливостей розподілу жувального навантаження призводить до передчасних сколів та переломів як реставрації, так і власних тканин зуба [6, 7].

Отже, для вирішення цієї проблеми необхідне комплексне наукове узагальнення щодо застосування непрямих реставрацій при лікуванні твердих тканин зубів, що, зі свого боку, може стати основою для стандартизації клінічних протоколів лікування.

Мета дослідження — систематизувати сучасні дані щодо спектральних, біомеханічних та адгезійних аспектів застосування непрямих реставрацій і на цій основі визначити перспективи їх інтеграції в єдиний клінічний алгоритм.

Методологія та методи дослідження

Ця стаття є оглядом 37 наукових джерел, метою якого є систематизація та критичний аналіз сучасних даних щодо використання спектральних методів і непрямих реставрацій у лікуванні твердих тканин зубів.

Пошук наукових публікацій здійснювався в міжнародних базах даних PubMed, Scopus та на видавничій платформі MDPI. Для формування пошукового запиту використовувались такі ключові слова та їх комбінації: *indirect restorations, spectrophotometry dentistry, shade matching, CAD/CAM restorations, color stability, translucency, biomechanical behavior, finite element analysis, adhesive protocols, immediate dentin sealing, fracture resis-*

tance, lithium disilicate, zirconia, composite resin і clinical performance. Пошук охоплював публікації за період із 2020 по 2025 роки, що дозволило зосередитись на актуальних даних із урахуванням сучасного стану цифрової стоматології та нових реставраційних матеріалів.

До огляду включались повнотекстові публікації у рецензованих журналах, що відповідали таким критеріям: наявність оригінальних клінічних або лабораторних даних щодо оптичних, біомеханічних або адгезійних характеристик непрямих реставраційних конструкцій, використання спектрофотометричних методів вимірювання, дослідження на постійних зубах людини або стандартизованих лабораторних зразках, публікації англійською мовою. З огляду виключалися тези конференцій, листи до редакції, публікації без рецензування, а також роботи, присвячені виключно тимчасовим зубам або імплантологічним конструкціям.

Відібрані публікації було систематизовано за чотирма тематичними блоками відповідно до завдань дослідження:

- 1) спектрофотометричні властивості твердих тканин зубів і реставраційних матеріалів, зокрема оцінка кольору, прозорості, флуоресценції та оптичної стабільності;
- 2) мінеральний склад твердих тканин та його вплив на адгезійний потенціал системи «реставрація — зуб»;
- 3) біомеханічна поведінка непрямих реставрацій під дією жувальних навантажень на основі даних 3D-скінченно-елементного аналізу й експериментальних досліджень міцності на злам;
- 4) сучасні підходи до підготовки зуба й фіксації непрямой реставрації, як визначальні чинники її довгострокової клінічної надійності.

У межах кожного тематичного блоку застосовувався порівняльний аналіз даних із виявленням узгоджених і суперечливих результатів між дослідженнями. При зіставленні спектрофотометричних показників враховувалась система вимірювання кольору CIELAB і порогові значення колірної різниці ΔE , прийняті в стоматологічній літературі як клінічно прийнятні ($\Delta E \leq 2,7$ за шкалою CIEDE2000) [8]. При аналізі біомеханічних досліджень зіставлялися моделі навантаження, умови скінченно-елементного моделювання та критерії оцінки напружень у системі «реставрація — цемент — зуб». Для клінічних досліджень основними показниками порівняння були виживаність реставрацій, частота ускладнень і терміни спостереження.

Виклад основного матеріалу дослідження

Проблема клініко-спектрального обґрунтування непрямих реставрацій активно досліджується в кількох взаємопов'язаних напрямках, кожен із яких формує окремий науковий пласт, що потребує інтеграції. Тверді тканини постійних зубів характеризуються складною оптичною структурою. Серед внутрішніх властивостей зуба, що визначають його колір, особливе значення мають прозорість, опалесценція, флуоресценція та метамеризм. Дентин демонструє вищу інтенсивність флуоресценції порівняно з емаллю, оскільки містить більшу кількість органічної речовини, що поглинає ультрафіолетове випромінювання та відбиває його у видимому спектрі [9].

Спектрофотометричні вимірювання твердих тканин здійснюються в координатах системи CIELAB, де параметри L^* , a^* , b^* відображають відповідно світлість, зеленувато-червону та синювато-жовту осі кольору. Серед 2768 природних зубів, виміряних спектрофотометром Vita Easyshade, прилад демонстрував переважну класифікацію відтінків у специфічних діапазонах, що суттєво відрізнялися від результатів суб'єктивного визначення за допомогою стандартних кольорних шкал [10]. Це свідчить про те, що об'єктивне спектрофотометричне вимірювання дає значно точнішу картину реального кольору зубних тканин, ніж візуальна оцінка.

Важливим клінічним аспектом є вплив дегідратації тканин зуба на результати спектрофотометрії, оскільки під час препарування зуб висихується. Через це змінюються його оптичні властивості, що може призвести до неправильного підбору кольору реставрації. Цей чинник обов'язково потрібно враховувати під час стандартизації спектрофотометричних вимірювань у клінічних умовах.

Мінеральний склад твердих тканин зуба безпосередньо визначає якість адгезивного з'єднання в системі «реставрація — зуб». Емаль, що складається переважно з гідроксиапатиту (близько 96 % неорганічного компонента), забезпечує стабільне кислотне протравлення з формуванням мікрорельєфу, що є оптимальним субстратом для адгезії [11]. Дентин, натомість, з його вищим вмістом органічних компонентів і дентинних каналців, є значно складнішим субстратом для бондингу.

Негайне запечатування дентину (IDS) підсилює формування та стабільність гібридного шару шляхом інфільтрації демінералізованого дентину адгезивними смолами. Цей мікромеханічний інтерфейс функціонує як якір для непрямих

реставрацій. На відміну від відстроченого запечатування, IDS забезпечує негайну інфільтрацію та полімеризацію адгезиву, захищаючи структуру дентину від деградації [5]. Отже, мінеральний склад дентину, зокрема ступінь його гідратації і щільність дентинних каналців, є визначальним чинником для вибору адгезивного протоколу при фіксації непрямих реставрацій. Наповнювачі (наприклад, кремнезем чи наночастинки) впливають на оптичні властивості: нерегулярні або великі за розміром наповнювачі зменшують параметр прозорості (TP) через розсіювання світла, тоді як нанопоповнювачі (наприклад, 20 нм в ЕО) мінімізують його розсіювання, що впливає на адгезійний потенціал системи «реставрація — зуб» шляхом зміни поверхневої взаємодії [4].

Для непрямих реставрацій підбір сучасних матеріалів суттєво відрізняється за їхніми оптичними характеристиками. Дослідження останніх років у цій галузі демонструють суттєвий прогрес. Наприклад, Дж. Х. Пак та ін., оцінюючи параметр прозорості та маскувальної здатності цирконію і дисилікату літію, встановили, що вибір матеріалу критично визначає естетичний результат за наявності дискольорованих тканин [12]. Спектрофотометричний аналіз маскувальної здатності адгезивних цементів під тонкими вінірами А. П. Перроні та ін. підтвердив, що фіксувальний матеріал є самостійним оптичним компонентом системи, а не лише механічним з'єднувачем [13]. Паралельно дослідження стабільності кольору CAD/CAM-блоків і 3D-друкованих матеріалів встановили, що термоциклювання й агресивне середовище по-різному впливають на різні класи матеріалів, що має пряме клінічне значення для довготривалого прогнозу [14, 15]. Виробники пропонують реставраційні матеріали в різних відтінках з оптичними властивостями, максимально наближеними до природних тканин зуба за параметрами кольору, хромі, значення, опалесценції, прозорості та флуоресценції. Однак на практиці значна частина сучасних естетичних матеріалів демонструє недостатній рівень флуоресценції, що може призводити до помітного метамеризму, коли реставрація добре інтегрується в денному світлі, але виглядає невідповідно в інших умовах освітлення.

Параметр прозорості (TP) сучасних композитних матеріалів коливається в діапазоні 8–21 для зразків завтовшки 3 мм, що відповідає літературним даним для матеріалів завтовшки менше ніж 2 мм [16]. Вищі значення TP вказують на більшу прозорість, що є критичним для імітації природної емалі, де TP становить близько 18,7 за товщини 1 мм. Такі чинники, як розмір і форма наповнювачів (наприклад, нерегулярні

в FO, сферичні/малі в EO) та органічна матриця (BIS-GMA, UDMA, TEG-DMA), впливають на розсіювання світла; вищий вміст наповнювачів або ближчі індекси заломлення (наприклад, BIS-GMA до кремнезему) знижують TP. Інтенсивність флуоресценції (FI) варіюється залежно від матеріалу: EL ($135,25 \pm 6,08$) > FO ($104,14 \pm 3,45$) > EO ($88,00 \pm 4,15$) > ED ($80,4 \pm 4,03$) > FZ ($46,60 \pm 2,91$), і вона зумовлена неорганічними наповнювачами (наприклад, люмінофорами як ітербій, церій) та органічною матрицею. У композитах FI часто перевищує природні рівні, особливо в емалевих відтінках, тоді як у природних зубах домінує флуоресценція дентину; старіння знижує FI композитів на ~70 % за 10 років через гідроліз матриці, на відміну від стабільної природної флуоресценції [16]. Дослідження 3D-друкованих керамічно-підсиленних композитних смол показали, що більшість матеріалів демонстрували значення ΔE вище порогу помітності ($\Delta E = 1,2$) після впливу кислотного середовища та чищення зубів, а найнижче значення ΔE спостерігалось для матеріалу LU в кислоті ($\Delta E = 1,11 \pm 0,39$), тоді як найвище — для T2 у воді ($\Delta E = 2,09 \pm 1,47$) [14]. Ці дані свідчать про те, що стабільність кольору різних класів матеріалів суттєво варіюється та має враховуватися при плануванні реставрації.

Порівняльний аналіз методів визначення кольору переконливо підтверджує провідну роль спектрофотометрії. Окремим і динамічно зростаючим напрямом є цифрова її модифікація. Спектрофотометр зберігає статус золотого стандарту точності визначення кольору, перевершуючи інтраоральні сканери, системи штучного інтелекту та мобільні додатки за показниками точності відтворення і внутрішньоінструментальної надійності [17, 18]. Водночас дослідження С. Хачіалі та ін. щодо впливу дегідратації [19] та порівняння колориметричних приладів, виконане А. Данг та ін. [20] вказують на те, що клінічні умови вимірювання суттєво модифікують отримані показники. Систематичний огляд встановив, що середнє значення колірної різниці (ΔE) відносно спектрофотометричних вимірювань становило 1,69, а коефіцієнт узгодженості Каппа (κ) між візуальним підбором кольору та спектрофотометрією був дуже низьким ($\kappa = 0,2$), що свідчить про суттєву розбіжність між суб'єктивною й об'єктивною оцінкою [3].

Калібрування та гармонізація кольорних вимірювань у стоматології із використанням напівпрозорих реставраційних матеріалів кольору зуба суттєво зменшують розбіжності між результатами вимірювань у різних дослідницьких центрах. Водночас спектрофотометрія має певні обмеження в клінічному застосуванні, оскільки прилади,

розроблені для аналізу плоских поверхонь, не є оптимальними для вимірювання криволінійних поверхонь природних зубів і реставрацій [21].

Спектрофотометрія (наприклад, Vita Easys-hade V) є точним методом визначення прозорості (TP) через показник ΔE^*ab на білому та чорному ілюмінаторах. Вона може використовуватися як альтернатива вимірюванню пропускання світла (T%) та забезпечує стандартизовані умови вимірювання (одна кімната, калібрування приладу). Для оцінки флуоресценції (FI) надійною та простішою методикою виявилася цифрова фотографія з ультрафіолетовим світлом (300–400 нм). Проте в цьому дослідженні вона не була безпосередньо порівняна з іншими цифровими інструментами, такими як колориметри [9].

Тривимірний скінченно-елементний аналіз є провідним методом дослідження розподілу напружень у системі «реставрація — цемент — зуб». У біомеханічному напрямі в межах 3D-скінченно-елементних досліджень системно вивчали вплив дизайну препарування, нахилу горбків і виду реставрації на розподіл напружень. Зокрема, праці, присвячені вивченню ендокоронок [22], онлеїв на премолярах [6] і непрямих композитних реставрацій [23] сформували доказову базу для вибору конструкції залежно від біомеханічних умов. Дослідження поведінки молярів із глибоким підняттям краю [24] та біоміметичних реставрацій під термомеханічним навантаженням [7] розширили розуміння меж застосування непрямих методів у складних клінічних ситуаціях. У дослідженні ендокоронок із різних CAD/CAM-матеріалів застосування аксіального та статичного оклюзійного навантаження дозволило оцінити модифіковані напруження за критерієм фон Мізеса на залишкових тканинах зуба, цементному шарі та реставраційних матеріалах. Найвищі значення внутрішніх і крайових невідповідностей були відзначені для групи цирконію ($100,3 \text{ мкм}$ та $102,65 \text{ мкм}$ відповідно), тоді як найнижче значення внутрішньої невідповідності спостерігалось для групи Nacera [25]. Порівняльний аналіз різних типів покриття горбків показав, що групи з покриттям усіх щічних горбків і покриттям усіх горбків демонстрували кращі характеристики розподілу напружень як за аксіального, так і за косого навантаження, а значення міцності на злам у цих групах ($1627 \pm 358 \text{ Н}$ та $1639 \pm 355 \text{ Н}$ відповідно) були статистично значуще вищими порівняно з іншими групами [26].

Системний метааналіз міцності непрямих реставрацій на злам встановив, що середня міцність на злам інлеїв становить $1923,45 \text{ Н}$, онлеїв — 1644 Н , а оверлеїв — $1383,6 \text{ Н}$. За типом матеріалу найвищу міцність демонструють рес-

таврації із нанокерамічної смоли (2478,7 Н) та гібридної кераміки (2108 Н), тоді як звичайна кераміка й композитна смола поступаються їм за цим показником [27].

Вибір конструкції непрямой реставрації і матеріалу безпосередньо визначає ступінь захисту залишкових тканин зуба від катастрофічних переломів. У разі використання кераміки як матеріалу ендокоронки напруження концентрувалися в емалі, дентині та самій ендокоронці. У дентині максимальні напруження локалізувалися в дистальних та язикових ділянках шийкової зони і накопичувалися у біфуркаційній ділянці та шийці зуба. Ендокоронки з композитного матеріалу демонстрували рівномірніший розподіл напружень і вищу міцність на злам [28]. Поєднання техніки глибокого підняття краю та негайного запечаткування дентину суттєво покращує механічні характеристики системи. Середні значення міцності на злам становили $565,76 \pm 233,22$ Н для групи без застосування обох технік, $978,47 \pm 394,2$ Н — за умови використання лише IDS, $974,31 \pm 334,7$ Н — за використання лише глибокого підняття краю та $1108,21 \pm 292,41$ Н — при поєднанні обох технік. Водночас обидва чинники статистично значуще підвищували міцність на злам [29].

Протокол адгезивної фіксації є одним із найважливіших чинників довгострокової надійності непрямих реставрацій. Щодо клінічної ефективності, систематичні огляди та рандомізовані клінічні дослідження підтвердили переваги непрямих реставрацій за показниками виживаності й частоти ускладнень [1, 30], а 10-річне дослідження Н.Текче та ін. уперше надало довгострокові порівняльні дані для каріозних порожнин І класу [31]. Однак більшість цих робіт розглядають клінічні результати без урахування спектральних характеристик як прогностичного чинника. У протоколах підготовки та фіксації ключову роль відіграють дослідження негайного запечаткування дентину [32], техніки COMBO [33] та біоміметичних адгезивних стратегій [2], які демонструють, що саме обрана методика, а не лише матеріал реставрації, визначає механічну міцність і герметичність системи. Систематичний огляд і метааналіз, який охопив 11 клінічних досліджень, довів, що рівень клінічних ускладнень був нижчим за умови негайного запечаткування дентину порівняно з протоколами без запечаткування. Показник виживаності реставрацій у разі застосування протоколу IDS становив від 96,4 % до 100 %, тоді як за відстроченого запечаткування — від 81,8 % до 96,7 % [34].

Механізм переваги IDS над відстроченим запечаткуванням дентину пов'язаний із захистом

свіжопрепарованого дентину від контамінації. За відстроченого запечаткування дентин піддається впливу слини, крові та тимчасового цементу, що порушує якість гібридного шару. Залишки тимчасового цементу можуть зберігатися на поверхні дентину та інфільтрувати його структуру, внаслідок чого остаточна реставрація фіксується не до свіжопрепарованого, а до контамінованого дентину, що знижує міцність адгезивного з'єднання. Порівняльне дослідження підтвердило, що застосування протоколу IDS, який передбачає протравлення дентину 37 % фосфорною кислотою впродовж 15 секунд із подальшим нанесенням праймера й адгезиву та повторною полімеризацією після нанесення кисневого бар'єра, що забезпечує формування захищеного й оптимально підготовленого субстрату для фінальної фіксації непрямой реставрації [35].

Клінічні дані переконливо підтверджують переваги непрямих реставрацій у довгостроковій перспективі. Клінічні ускладнення були статистично значуще менш поширеними у разі застосування протоколу IDS, а інтенсивність і частота післяопераційної чутливості були суттєво нижчими порівняно з реставраціями без негайного запечаткування дентину або зі звичайною цементацією [36]. Ці результати є підставою для стандартизації протоколу IDS як обов'язкового компонента алгоритму виготовлення та фіксації непрямих реставрацій. Порівняно з прямими методами (наприклад, з використанням bulk-fill композитів), непрямі реставрації показують нижчу передачу напружень до емалі та дентину, що покращує біомеханічну стабільність і довгострокову надійність, особливо в складних порожнинах, де прямі матеріали накопичують вищі напруження на адгезивному інтерфейсі, ризикуючи маргінальним розпадом та адгезивною невдачею [37].

Таким чином, тип матеріалу для реставрації суттєво впливає на розподіл напружень у зубі. Жорсткіші матеріали, як-от непряма кераміка або деякі композити, мінімізують пікові напруження в твердих тканинах, тоді як bulkfill-композити часто створюють підвищене навантаження в структурі зуба та на межі з адгезивом. Під час вибору способу відновлення твердих тканин зуба варто враховувати ці особливості.

Наукова новизна цього дослідження полягає в тому, що вперше здійснено інтегрований аналіз спектральних характеристик твердих тканин постійних зубів в єдиній системі з оптичними та фізичними властивостями реставраційних матеріалів. На відміну від попередніх робіт, у яких біомеханічні дослідження та клінічні протоколи фіксації розглядалися як самостійні наукові на-

прями, у цій праці встановлено прямий зв'язок між мінеральним складом твердих тканин, їхніми спектрофотометричними показниками та якістю адгезивного з'єднання — триадою, що визначає передбачуваність довгострокового результату лікування. Запропонований підхід забезпечує можливість інтегрувати спектральні дані в обґрунтування вибору реставрації, що раніше в літературі не розглядалося як єдина аналітична система.

Висновки

Тверді тканини зуба мають складні оптичні властивості, що включають флуоресценцію, прозорість і метамеризм. Кожна із цих складових діє як окремий чинник. Жоден сучасний матеріал не може повністю їх відтворити, тому контроль за допомогою спектрофотометра є обов'язковим на кожному етапі лікування.

Спектрофотометрія є точним способом визначити колір зуба, але її результати, здебільшого, залежать від рівня дегідратації тканин під час вимірювання. Тому важливо мати стандартизований протокол.

Конструкція та матеріал непрямої реставрації визначають розподіл напружень у системі «рес-

таврація — цемент — зуб». Поєднання раціонального перекриття горбків, глибокого підняття краю та негайного запечаткування дентину забезпечує надійний біомеханічний захист тканин порівняно з прямими методами відновлення.

Негайне запечаткування дентину підвищує довгострокову надійність фіксації, оскільки захищає препаровану поверхню від контамінації. Тому його доцільно інтегрувати в стандартні клінічні протоколи. Аналіз доступної літератури засвідчив відсутність інтегрованого підходу, що об'єднує спектральні, біомеханічні та адгезійні показники в єдину модель для прийняття клінічного рішення. У зв'язку з цим, перспективним напрямом подальших досліджень є розробка такої моделі.

Фінансування — немає.

Конфлікт інтересів — відсутній

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Naik, V. B., Jain, A. K., Rao, R. D., & Naik, B. D. (2022). Comparative evaluation of clinical performance of ceramic and resin inlays, onlays, and overlays: A systematic review and meta analysis. *J Conserv Dent*, 25(4), 347–355. DOI: https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_184_22.
2. Nikolova, N., Raykovska, M., Koitchev, E., & Gusiyska, A. (2025). Biomimetic strategies and adhesive protocols in the restoration of severely compromised posterior teeth — A contemporary review. *Journal of IMAB*, 31(4), 6542–6554. DOI: <https://doi.org/10.5272/jimab.2025314.6542>.
3. Rashid, F., Farook, T. H., & Dudley, J. (2023). Digital shade matching in dentistry: a systematic review. *Dent J (Basel)*, 11(11), 250. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj11110250>.
4. Teruel, J. D., Alcolea, A., Hernández, A., & Ruiz, A. J. O. (2015). Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Arch Oral Biol*, 60(5), 768–775. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2015.01.014>.
5. Agrawal, A., Nehal, R., Gala, K., & Sachdev, S. S. (2025). Immediate dentin sealing: advancing bonding efficacy and clinical success. *Cureus*, 17(1):e78102. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.78102>.
6. Pable, G., Saha, S. G., Saha, M. K., Agarwal, R. S., Meena, S. S., & Poddar, G. (2025). Comparative evaluation of stress distribution in maxillary premolar restored with onlay fabricated with different restorative materials — A three-dimensional finite element analysis study. *J Conserv Dent Endod*, 28(8), 783–789. DOI: https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_788_24.
7. Paruchuri, H., Ballullaya, S. V., Vadamodalu, A. K., Shankar, P., & Donthireddy, B. K. R. (2025). Stress analysis of biomimetic restorations under thermomechanical loading using three-dimensional finite element analysis. *J Conserv Dent Endod*, 28(10), 1038–1044. DOI: https://doi.org/10.4103/JCDE.JCDE_493_25.
8. Melgosa, M., Ruiz-López, J., Li, C., García, P. A., Della Bona, A., & Pérez, M. M. (2020). Color inconstancy of natural teeth measured under white light-emitting diode illuminants. *Dent Mater*, 36(12), 1680–1690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.10.001>.
9. Cruz, J., Eira, R., Coito, C., Sousa, B., & Cavalheiro, A. (2024). Fluorescence of esthetic resin composites: spectrophotometry and photography analysis techniques. *Eur J Dent*, 18(2), 485–492. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-1772244>.

10. Alvarado-Lorenzo, A., Criado-Pérez, L., Cano-Rosás, M., Lozano-García, E., López-Palafox, J., Alvarado-Lorenzo, M. (2024). Clinical comparative study of shade measurement using two methods: dental guides and spectrophotometry. *Biomedicines*, 12(4), 825. DOI: <https://doi.org/10.3390/biomedicines12040825>.
11. Talal, A., Nasim, H. M. O., & Khan, A. S. (2019). *Enamel etching and dental adhesives*. In: Advanced Dental Biomaterials. Elsevier, 229–253. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102476-8.00011-6>.
12. Park, J. H., Bang, H. J., Choi, N. H., & Park, E. J. (2022). Translucency and masking ability of translucent zirconia; comparison with conventional zirconia and lithium disilicate. *J Adv Prosthodont*, 14(5), 324–333. DOI: <https://doi.org/10.4047/jap.2022.14.5.324>.
13. Perroni, A. P., Barbon, F. J., Chaves, E. T., Alberton da Silva, S., de Moraes, R. R., & Boscato, N. (2024). Exploring the influence of tooth, ceramic, and resin luting agent variations on laminate veneer optical characteristics: a prospective clinical investigation. *Clin Oral Investig*, 28(12), 639. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-024-06032-3>.
14. Alnafaiy, S. M., Labban, N., Aldegheishem, A. S., Alhijji, S., Albaijan, R. S., AlResayes, S. S., et al. (2025). Effect of acidic environment and tooth brushing on the color and translucency of 3D-printed ceramic-reinforced composite resins for indirect restorations and hybrid prostheses. *Polymers*, 17(20), 2772. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym17202772>.
15. Gad, M. A., Abdelhamid, A. M., ElSamahy, M., Abolghait, S., & Hanno, K. I. (2024). Effect of aging on dimensional accuracy and color stability of CAD-CAM milled and 3D-printed denture base resins: a comparative in-vitro study. *BMC Oral Health*, 24(1), 1124. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04848-9>.
16. Hirata, R., de Abreu, J. L., Benalcázar-Jalkh, E. B., Atria, P., Cascales, Á. F., Cantero, J. S., et al. (2024). Analysis of translucency parameter and fluorescence intensity of 5 resin composite systems. *J Clin Exp Dent*, 16(1): e71-e77. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.61174>.
17. Vitai, V., Németh, A., Teutsch, B., Kelemen, K., Fazekas, A., Hegyi, P., et al. (2025). Color comparison between intraoral scanner and spectrophotometer shade matching: a systematic review and meta-analysis. *J Esthet Restor Dent*, 37(2), 361–377. DOI: <https://doi.org/10.1111/jerd.13309>.
18. Şahin, N., Kaleli, N., & Ural, Ç. (2025). Evaluation of color matching accuracy using artificial intelligence applications and a spectrophotometer: A photometric analysis. *J Prosthet Dent*, 134(5), 1955.e1-1955.e5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2025.07.013>.
19. Haciali, C., Korkut, B., & Yanikoglu, F. (2025). Clinical assessment of dental color during dehydration and rehydration by various dental photography techniques. *Odontology*, 113(4), 1558–1572. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10266-025-01081-w>.
20. Dang, A. D., Belles, D. M., Gonzalez, M. D., Aponte-Wesson, R. A., & Paravina, R. D. (2024). Repeatability of different mobile phone applications for color measurement in dentistry. *J Prosthodont*, 33(9), 908–917. DOI: <https://doi.org/10.1111/jopr.13959>.
21. Tango, R. N., Volpato, C. A. M., Santos, K. F., Cesar, P. F., & Paravina, R. D. (2024). Harmonizing color measurements in dentistry using translucent tooth-colored materials. *BMC Oral Health*, 24(1), 173. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-03935-1>.
22. Gaafar, S. S., El Ballouli, D., Rayyan, M., Sayed, M., Basta, D. G., & Fouad, M. (2025). Fracture resistance, failure mode and restorability of CAD CAM Zirconia endocrowns with different pulpal extension depths bonded to maxillary molars: an in-vitro study. *BMC Oral Health*, 25(1), 176. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05466-9>.
23. Maravić, T., Josić, U., Comba, A., Mazzitelli, C., Bartoletti, L., Balla, I., et al. (2022). Finite element and in vitro study on biomechanical behavior of endodontically treated premolars restored with direct or indirect composite restorations. *Sci Rep*, 12(1), 12671. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16480-0>.
24. Bresser, R. A., Carvalho, M. A., Naves, L. Z., Melma, H., Cune, M. S., & Gresnigt, M. M. M. (2024). Biomechanical behavior of molars restored with direct and indirect restorations in combination with deep margin elevation. *J Mech Behav Biomed Mater*, 152, 106459. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2024.106459>.
25. El-Farag, S. A. A., Elerian, F. A., Elsherbiny, A. A., & Abbas, M. H. (2023). Impact of different CAD/CAM materials on internal and marginal adaptations and fracture resistance of endocrown restorations with: 3D finite element analysis. *BMC Oral Health*, 23(1), 421. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03114-8>.
26. Ruan, W., Zheng, Z., Jiang, L., He, J., Sun, J., & Yan, W. (2022). Optimal cuspal coverage of ceramic restorations using CAD/CAM: Biomechanical characteristic analysis by 3D finite element analysis and in vitro investigation. *Int J Comput Dent*, 25(3), 267–276. DOI: <https://doi.org/10.3290/j.jicd.b2599709>.
27. Amesti-Garaizabal, A., Agustín-Panadero, R., Verdejo-Solá, B., Fons-Font, A., Fernández-Estevan, L., Montiel-Company, J., et al. (2019). Fracture resistance of partial indirect restorations made with CAD/CAM technology. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*, 8(11), 1932. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm8111932>.

28. Zheng, Z., He, Y., Ruan, W., Ling, Z., Zheng, C., Gai, Y., et al. (2021). Biomechanical behavior of endocrown restorations with different CAD-CAM materials: A 3D finite element and in vitro analysis. *J Prosthet Dent*, 125(6), 890–899. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.03.009>.
29. Al-Turki, L. E., Alsulimani, O. A., Baik, K. M., Othmani, H., Alqarni, N. M., Alqarni, A. A., et al. (2025). The influence of deep margin elevation and immediate dentin sealing on the fracture strength of premolars restored with indirect inlays: an in vitro study. *Clin Exp Dent Res*, 11(3):e70161. DOI: <https://doi.org/10.1002/cre2.70161>.
30. Rocha Gomes Torres, C., Moreira Andrade, A. C., Valente Pinho Mafetano, A. P., Stabile de Abreu, F., de Souza Andrade, D., Cintra Mailart, M., et al. (2022). Computer-aided design and computer-aided manufacturing indirect versus direct composite restorations: A randomized clinical trial. *J Esthet Restor Dent*, 34(5), 776–788. DOI: <https://doi.org/10.1111/jerd.12820>.
31. Tekce, N., Demirci, M., Tuncer, S., Oğhan Türkoğlu, M., Turgut, V., Balcı, S. N., et al. (2025). Clinical evaluation of direct and indirect restorations in class I cavities: a 10-year follow-up study. *BMC Oral Health*, 25(1), 1430. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06775-9>.
32. Ahmed, F., Farag, M. S., Haridy, M. F., Elezz, A. F. A., Ghoniem, A. F. (2023). Effect of immediate dentin sealing with air abrasion on post-operative sensitivity for indirect resin composite restorations. *Open Access Maced J Med Sci*, 11(D), 28–35. DOI: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2023.11475>.
33. Chiodera, G., Monterubbiansi, R., Tosco, V., Papini, O., Orsini, G., & Putignano, A. (2024). Application of bulk-fill composite to simplify the cementation of indirect restorations: the COMBO technique. *Dent J*, 12(8), 239. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj12080239>.
34. Alghauli, M. A., Alqutaibi, A. Y., & Borzangy, S. (2025). Clinical benefits of immediate dentin sealing: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent*, 134(4), 996–1004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2024.03.014>.
35. Abdulsattar, Y. H., Kadhim, A. J. (2023). Effect of immediate dentin sealing on the fracture strength of indirect overlay restorations using different types of luting agents (a comparative in vitro study). *J Conserv Dent Endod*, 26(4), 434–440. DOI: https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_226_23.
36. Teche, F. P. T., Valenzuela, E. B. S., Tavares, J. G., de Oliveira, E. W. C., Bittencourt, H. R., Burnett Júnior, L. H., et al. (2022). Immediate dentin sealing influences the fracture strength of ultrathin occlusal veneers made of a polymer-infiltrated ceramic network. *J Mech Behav Biomed Mater*, 133, 105331. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2022.105331>.
37. Fidancıoğlu, Y. D., Alkurt Kaplan, S., Mohammadi, R., Gönder, H. Y. (2025). Three-dimensional finite element analysis (fem) of tooth stress: the impact of cavity design and restorative materials. *Appl Sci*, 15(17), 9677. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15179677>.

Analysis of the Application of Spectral Methods in the Restoration of Hard Dental Tissues by Indirect Restorations: A Literature Review

Klitynska O., Roziuk I.

The Department of Dentistry of Postgraduate Education, Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

Introduction. The choice of indirect restorations in everyday clinical practice is largely based on the clinician's experience and the availability of materials, while scientific data on the optical, biomechanical, and adhesive properties of the "restoration-tooth" system are accumulated separately and are rarely reflected in standardized protocols. This creates a gap between available research and real clinical practice, which negatively affects the predictability of long-term treatment outcomes.

The aim of the work is to systematize current data on the spectral, biomechanical, and adhesive aspects of indirect restorations and, on this basis, to determine the prospects for their integration into a unified clinical algorithm.

Materials and methods. For the literature review, scientific articles published between 2020 and 2025 and indexed in the PubMed and Scopus databases were selected. The search strategy focused on the following key areas: the optical properties of hard dental tissues and restorative materials; the biomechanical behavior of indirect restorations under functional loading; spectrophotometric methods for color determination; and preparation and fixation methods, specifically dentin resealing.

Presentation of the main material. It has been established that the optical properties of hard dental tissues are multifaceted: fluorescence, translucency, and metamerism interact and cannot be properly assessed without instrumental spectrophotometric measurements. Furthermore, measurement conditions, particularly the degree of tooth moisture, can significantly affect the outcomes, highlighting the need for clinical protocol standardization. Analysis of biomechanical studies demonstrated that design solutions regarding cuspal overlap and the choice of the adhesive protocol

directly determine stress distribution within the system and the restoration's functional load resistance. The combination of rational preparation with the deep margin elevation technique and immediate dentin sealing was found to be highly effective in protecting residual tissues. The immediate dentin sealing protocol is confirmed to be a significant factor in reducing the incidence of postoperative complications and improving adhesive bond quality by protecting the prepared surface from contamination during the interim clinical period. Ultimately, indirect restorations demonstrate clear advantages over direct restorations in terms of biomechanical and adhesive parameters, and spectrophotometric control is a mandatory, rather than optional, component of the clinical protocol.

Conclusions. Currently, no modern material can completely replicate natural tooth tissues, making instrumental color verification a mandatory component of clinical practice. To ensure the predictability of indirect restorations, three critical factors must be considered: optical parameters, biomechanical strength, and the quality of adhesive fixation. At the same time, it has been scientifically proven that the best results are achieved by combining rational tooth preparation with immediate dentin sealing before final cementation.

Keywords: *adhesive protocols, dental restoration, finite element method, spectrophotometry in dentistry, color stability.*

**Стаття: надійшла до редакції 06.03.2026 р.;
прийнята до друку 14.04.2026 р.,
опублікована 29.05.2026 р.**

Клітинська Оксана Василівна

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри стоматології
післядипломної освіти, ДВНЗ
«Ужгородський національний університет»
м. Ужгород, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-9969-2833>

Розюк Ігор Анатолійович

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

 <https://orcid.org/0009-0008-7254-3131>

*Катерина Хомяк, Тетяна Костюк**Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна*

Застосування синхроміографічного аналізу Teethan у пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба

► **Анотація.** Дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС) на сьогодні є однією з найбільш поширених стоматологічних патологій, що охоплює від 79,0 % до 82,9 % населення з тенденцією до подальшого зростання. Раннім клінічним симптомом захворювання виступає розлад жувальної функції.

Мета дослідження: вивчення та порівняльний аналіз характеру та ступеня змін синхроміографічної активності жувальних м'язів відповідно до оклюзійних співвідношень щелеп у пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба.

Матеріали та методи. Протягом шести місяців обстежено 42 пацієнти із м'язово-суглобовою дисфункцією СНЩС. Відповідно до клінічних проявів та ступеня прояву дисфункційних змін вони були поділені на три досліджувані клінічні групи. Для порівняльного аналізу синхроміографічної активності жувальних м'язів застосовували спеціалізоване дослідження Teethan. Система дозволяє оцінити симетричність роботи м'язового апарату через інтегральний показник загального оклюзійного балансу, представлений у формі сегментарної діаграми. Під час діагностики аналізували ключові індекси оклюзійно-м'язової взаємодії: ROC, BAR, TORS, IMPACT та ASIM. Метою зазначеної методики було виявлення функціонального дисбалансу в оклюзійно-м'язовому комплексі. Дослідження дозволило встановити ступінь впливу конкретних м'язових пар на загальну стабільність системи.

Результати та висновки. Виконане дослідження забезпечило комплексну оцінку оклюзійно-м'язового балансу пацієнтів. Отримані дані стали ключовим елементом діагностики дисфункції СНЩС, оскільки дозволили встановити локалізацію зон компресії та розкрити ймовірні патогенетичні механізми розвитку захворювання. Кількісні показники кожного з аналізованих індексів у відсотковому еквіваленті наведені в таблиці 2.

Аналіз сумарного індексу нейром'язового балансу засвідчив наявність виражених оклюзійно-м'язових порушень у пацієнтів усіх досліджуваних груп. Зокрема, загальний статус збалансованості у I клінічній групі (КГ) становив 66,9–68,9 %, у II КГ — 58,7–61,3 %, а найнижчі показники зафіксовано у III КГ — 55,5–57,4 %. Інтегральна оцінка цих співвідношень у пацієнтів із дисфункцією СНЩС та подальша синхронізація отриманих даних із аналізом оклюзійних контактів продемонструвала повну кореляційну відповідність між м'язовою активністю та станом оклюзії. Ці результати стали підґрунтям для подальшої розробки та впровадження персоналізованого плану лікування.

Ключові слова: скронево-нижньощелепний суглоб, м'язово-суглобова дисфункція СНЩС, синхроміографічний аналіз Teethan, оклюзійно-м'язовий баланс, мультидисциплінарний підхід.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Дисфункція скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС) на сьогодні є однією з найбільш поширених стоматологічних патологій. За даними різних дослідників, клінічні ознаки цього захворювання виявляють у 79,0–82,9 % дорослого населення [2–4] та майже у чверті дітей і підлітків [12] з тенденцією до подальшого зростання. Раннім клі-

нічним симптомом захворювання виступає розлад жувальної функції [1]. Через складність етіології діагностика та терапія цієї патології потребують комплексного, персоналізованого підходу із залученням фахівців різних профілів.

Стрімке збільшення кількості випадків пояснюється специфікою розвитку патології: на ранніх етапах вона має прихований перебіг, а

первинні органічні порушення важко піддаються контролю [11, 13]. Додатковим каталізатором дезадаптивних процесів в організмі, що провокують розвиток захворювання, виступає стресовий фактор. Діагностика та терапія розладів СНЩС суттєво ускладнюються через наявність інтенсивного больового синдрому у 95,7–98,0 % пацієнтів. Цей біль має хронічний характер і підтримується механізмами периферичної та центральної сенсibiliзації, що спричиняють структурно-функціональну перебудову головного мозку (нейропластичність).

Через порушення процесів передачі нервових імпульсів у ЦНС пацієнти продовжують відчувати біль навіть після усунення первинного подразника [3, 6]. У таких випадках больовий феномен втрачає свою захисну роль, трансформуючись із простого симптому в самостійне захворювання. Саме тому в сучасних дослідженнях етіопатогенезу дисфункції СНЩС провідне місце посідають нейроміогенні чинники. Ефективне лікування за таких обставин можливе лише за умови запуску реверсивних процесів у вже змінених структурах нервової системи [7, 9]. Традиційні підходи до терапії м'язово-суглобових розладів СНЩС здебільшого базуються на симптоматичній парадигмі [5, 10]. У зв'язку з цим провідними напрямками є фармакотерапія та міорелаксація, спрямовані на купірування больового синдрому [4].

Мета дослідження — вивчення та порівняльний аналіз характеру та ступеня змін синхроміографічної активності жувальних м'язів відповідно до оклюзійних співвідношень щелеп у пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба.

Матеріали і методи

Протягом шести місяців (вересень 2025 р. — лютий 2026 р.) на базі Стоматологічного медичного центру та кафедри ортодонції Національного медичного університету імені О. О. Богомольця обстежено 42 пацієнти (28 чоловіків та 14 жінок) із м'язово-суглобовою дисфункцією СНЩС. Детальний розподіл обстежених хворих за віковими групами та статтю наведено в таблиці 1. Дослідження виконано відповідно до принципів Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації (ВМА).

Всі обстежені пацієнти мали клінічно діагностовану дисфункцію СНЩС. Відповідно до клінічних проявів та ступеня вираженості дисфункційних змін їх було поділено на три клінічні групи. Розподіл пацієнтів у дослідженні здійснювали на основі модифікованого індексу Helkimo:

1. Перша клінічна група ($n=12$) — 12 осіб (28,6%);

2. Друга клінічна група ($n=17$) — 17 осіб (40,5%);

3. Третя клінічна група ($n=13$) — 13 осіб (30,9%).

Для порівняльного аналізу синхроміографічної активності жувальних м'язів застосовували спеціалізоване дослідження Teethan. Система дозволяє оцінити симетричність роботи м'язового апарату через інтегральний показник загального оклюзійного балансу, представлений у формі сегментарної діаграми. Під час діагностики аналізували ключові індекси оклюзійно-м'язової взаємодії: POC, BAR, TORS, IMPACT та ASIM.

Метою зазначеної методики було виявлення функціонального дисбалансу в оклюзійно-м'язовому комплексі. Дослідження дозволило встановити ступінь впливу конкретних м'язових пар на загальну стабільність системи. Одночасно проводилася комплексна оцінка оклюзійних співвідношень, зокрема рівномірності контактів зубних рядів, наявності інверсій та зон дезоклюзії. Завдяки своїй інформативності метод є оптимальним для моніторингу адаптаційних процесів та контролю ефективності корекції при використанні гнатологічних апаратів.

Діагностику проводили за допомогою синхроміографа Teethan — параклінічного комплексу, що складається з програмного забезпечення, реєсвера та бездротових датчиків. Після реєстрації пацієнта в базі даних активовані датчики з електродами фіксували на шкірі в ділянці проєкції моторних точок скроневої (m. temporalis) та власне жувальних (m. masseter) м'язів. Процедура передбачала попереднє калібрування для індивідуалізації цифрових параметрів. Основний етап дослідження полягав у вольовому стисканні щелеп протягом 5 секунд. Для забезпечення достовірності вимірювання проводили тричі з подальшим розрахунком середнього значення.

Показники оклюзійно-м'язової взаємодії розраховувалися у відсотках і візуалізувалися у вигляді діаграм. Ключовим критерієм функціонального стану зубощелепного апарату (ЗЩА) був загальний індекс нейром'язового балансу. В інтерфейсі програми він представлений у формі кольорового кільця (зелений, жовтий або червоний сектори). Згідно з клінічними нормами, значення рівне або більше ніж 83 % свідчить про врівноважену систему, 75–82 % — про умовно врівноважену, а рівне або менше ніж 74 % — про виражені порушення рівноваги.

Окремо аналізувався індекс POC (*Percentage Overlapping Coefficient*), що відображає симетрію біоелектричної активності гомологічних м'язів.

Таблиця 1.

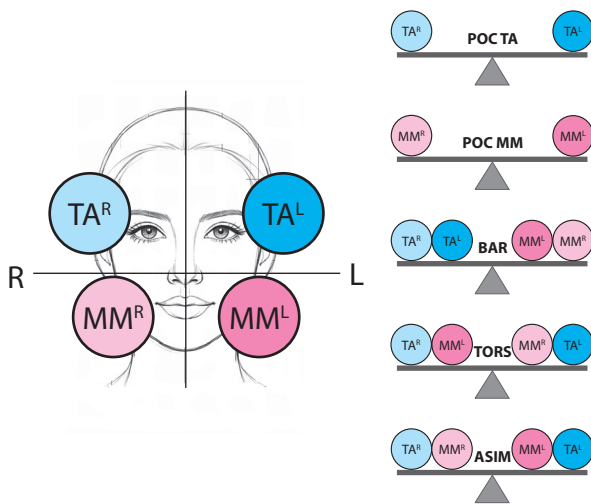


Рис. 1. Біомеханічна схема індексного оцінювання оклюзійно-м'язового балансу за системою Teethan:

Умовні позначення: R — правий бік (Right), L — лівий бік (Left);
TA — скроневий м'яз (Temporalis Anterior),
MM — власне жувальний м'яз (Masseter Muscle);
РОС TA та РОС MM — індекси симетрії гомологічних м'язів;
BAR — індекс положення центру оклюзійного навантаження (баріцентр); TORS — індекс ротаційного зміщення щелепи;
ASIM — індекс асиметрії м'язової активності.

Зокрема, показник РОС ММ корелює з якістю оклюзійних контактів у ділянці молярів, тоді як РОС ТА характеризує стан оклюзії премолярів та зубів фронтальної групи.

Індекс TORS використовується для оцінки ротаційних зміщень нижньої щелепи в аксіальній площині через аналіз діагональної синергії жувальних м'язів (наприклад, лівого скроневого та правого власне жувального). Показник у межах 90,0–100,0 % свідчить про збалансовану роботу м'язових пар і відсутність ротації. Зниження цього індексу вказує на латеральне зміщення щелепи (вліво — «L» або вправо — «R»), що зумовлено домінуванням оклюзійних контактів на відповідному боці.

Індекс BAR (барицентр) визначає положення центру максимального оклюзійного навантаження шляхом порівняння активності скроневих та власне жувальних м'язів. Зміщення барицентра вперед вказує на концентрацію навантаження в ділянці премолярів та фронтальних зубів, тоді як його змі-

Розподіл обстежених пацієнтів за віком та статтю

Вікові групи (років)	Стать:		Всього (N)	Частка від загальної вибірки, %
	чоловіки (n)	жінки (n)		
18–21	3	1	4	9,5
22–26	5	3	8	19,0
27–35	8	2	10	23,8
36–41	4	3	7	16,7
42–47	5	3	8	19,1
48–50	3	2	5	11,9
Всього	28	14	42	100,0

щення назад свідчить про переважання оклюзійних контактів у ділянці молярів.

Індекс ASIM характеризує симетрію м'язової активності відносно оклюзійного навантаження. Він визначається як кількісне співвідношення роботи м'язів правого та лівого боків під час функціонування нижньої щелепи. Нормативні значення індексу коливаються в межах 5,0–15,0 %; перевищення цього порогу вказує на виражений м'язовий дисбаланс, зумовлений оклюзійними порушеннями.

Загальна топографія накладання датчиків, біомеханічна модель взаємозв'язку та принципи індексного оцінювання за системою Teethan наведені на схемі (рис. 1).

Результати та їх обговорення

Виконане дослідження забезпечило комплексну оцінку оклюзійно-м'язового балансу пацієнтів. Отримані дані стали ключовим елементом діагностики дисфункції СНЩС, оскільки дозволили встановити локалізацію зон компресії та розкрити ймовірні патогенетичні механізми розвитку захворювання. Ці результати послужили підґрунтям для подальшої розробки та впровадження персоналізованого алгоритму лікування. Кількісні показники кожного з аналізованих індексів у відсотках наведені в таблиці 2.

Таблица 2.

Показники оклюзійно-м'язового балансу за даними синхроміографії (Teethan) у досліджуваних групах, % (M ± 0,5)

Індекси оклюзії	1-а КГ (n=12)		2-а КГ (n=17)		3-я КГ (n=13)		КГ (норма)	
	L	R	L	R	L	R	L	R
TORS	77,1	78,3	66,8	69,1	66,1	68,0	95,8	96,6
BAR	66,1	68,3	65,8	69,1	56,1	55,0	99,8	96,6
ASIM	76,1	78,3	65,8	69,1	67,2	68,1	94,8	96,6
POC MM	67,1	68,3	63,8	59,1	56,1	58,0	94,8	96,6
POC TA	69,1	72,3	64,8	63,1	43,1	57,0	94,8	96,6

Примітка: L та R — підгрупи пацієнтів із домінантним лівостороннім або правостороннім оклюзійним контактом / латеропозицією відповідно.

Аналіз інтегрального індексу нейром'язового балансу засвідчив наявність виражених оклюзійно-м'язових порушень у пацієнтів усіх досліджуваних груп. Зокрема, загальний статус збалансованості у 1-й КГ становив 66,9–68,9 %, у 2-й КГ — 58,7–61,3 %, а найнижчі показники зафіксовано у 3-й КГ — 55,5–57,4 %.

Інтегральна оцінка зазначених співвідношень у пацієнтів із дисфункцією СНЩС дозволила чітко диференціювати характер м'язової відповіді залежно від тяжкості суглобових порушень. Синхронізація отриманих синхроміографічних даних із клінічним аналізом оклюзійних контактів продемонструвала повну кореляційну відповідність між симетрією біоелектричної активності м'язів та оклюзійною архітектонікою зубних рядів. Виявлена закономірність є ключовим фактором для об'єктивного моніторингу та побудови персоналізованого плану подальшого гнатологічного лікування.

Висновки

1. У пацієнтів із дисфункцією скронево-нижньощелепного суглоба спостерігається тотальне порушення нейром'язового балансу, що зумовлено дезінтеграцією механізмів центрального контролю актів жування.
2. Трансформація ноцицептивних сигналів периферичної іннервації та зниження чутливості центральних нейронних генераторів призводять до асинхронії м'язових скорочень і підвищення спалахової активності біоелектричних потенціалів.
3. Вираженість цих змін корелює із оклюзійними порушеннями та відповідає інтенсивності клінічних проявів, що підтверджує тісний взаємозв'язок між рівнем алгічного синдрому і порушеннями нейром'язової регуляції.
4. Синхроміографічне дослідження жувальних м'язів доцільно застосовувати не лише як метод первинної діагностики, а й для періодичного моніторингу в процесі лікування. Це дозволить своєчасно виявляти динамічні зміни функціонального

стану м'язового комплексу та проводити точну прецизійну корекцію лікувальних заходів.

5. Удосконалення діагностичного алгоритму пацієнтів із м'язово-суглобовою дисфункцією СНЩС забезпечить ранню верифікацію патологічних змін, оптимізує лікувальну тактику й підвищить якість стоматологічної допомоги в цілому.

Перспективи подальших досліджень

Подальші наукові пошуки планується спрямувати на поглиблене вивчення нейром'язового компонента зубощелепного апарату з урахуванням функціонально-біомеханічної складової скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС). Такий підхід забезпечить можливість комплексної оцінки взаємозв'язків між нейром'язовою координацією, архітектонікою й біомеханікою суглоба та клінічними проявами дисфункції.

Джерело фінансування

Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію.

ORCID ID та внесок авторів

<https://orcid.org/0009-0003-0659-310X> (A, B, C, D)

Kateryna Khomiak

<https://orcid.org/0000-0001-6351-5181> (E, F)

Tetiana Kostiuk

A — Research concept and design, **B** — Collection and/or assembly of data, **C** — Data analysis and interpretation, **D** — Writing the article, **E** — Critical revision of the article, **F** — Final approval of article.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Drogomyretska, M., Lazarev, I., Skyban, M., & Yezerska, O. (2026). Biomechanical analysis of the behavior of cranial structures under conditions of pathological occlusion. *Kharkiv Dental Journal*, 3(1(7)), 111–127. DOI: <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2026-7-09>.
2. Stoliarchuk, M. M., & Kopchak, A. V. (2024). Interrelation of sagittal cephalometric parameters with the severity of transverse deficit in patients with skeletal forms of malocclusion. *Clinical Dentistry*, (4), 5–20. [Столярчук, М. М., & Копчак, А. В. (2024). Взаємозв'язок між сагітальними цефалометричними параметрами і ступенем вираження трансверсального дефіциту в пацієнтів зі скелетними формами аномалій прикусу. *Клінічна Стоматологія*, (4), 5–20]. DOI: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2023.4.14493>. [in Ukrainian].

3. Kostiuk, T., Kaniura, A., Shinchukovskiy, I., et al. (2020). EMG Activity of Chewing Muscles in Disfunctional Disorders of Temporomandibular Joints. *Neurophysiology*, 52 (1), 43–48. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11062-020-09849-2>.
4. Kostiuk, T., Tsyzh A., Kostiuk, T., Syroishko, M., & Proshchenko, N. (2025). PECULIARITIES OF NEUROMUSCULAR AND TMJ REHABILITATION OF PATIENTS WITH PROSTHETICS USING DIGITAL ALGORITHMS. *Stomatological Bulletin*, 131(2), 62–67. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2025-56-2.10>.
5. Proshchenko A. M., & Shynchukovskiy I. A. (2024). Comparison of the Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Microcurrent Nerve Stimulation in Reducing Clinical Symptoms in Patients with Temporomandibular Joint Dysfunction. *Actual Dentistry*, (6), 72–76. [Прощенко, А. М., & Шинчуковський, І. А. (2024). Порівняння ефективності використання черезшкірної електричної стимуляції нервів та мікрострумової стимуляції нервів в зменшенні клінічної симптоматики у хворих на дисфункцію скронево-нижньощелепного суглоба. *Сучасна стоматологія*, (6), 72–76]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2024-6-72>. [in Ukrainian].
6. Reis, P. H., Laxe, L. A., Lacerda-Santos, R., & Münchow, E. A. (2022). Distribution of anxiety and depression among different subtypes of temporomandibular disorder: a systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*, 49, 754–67. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.13331>.
7. Manfredini, D., Colonna, A., Bracci, A., & Lobbezoo, F. (2020). Bruxism: a summary of current knowledge on aetiology, assessment and management. *Oral Surgery*, 13(4), 358–370. DOI: <https://doi.org/10.1111/ors.12454>.
8. Knibbe, W., Lobbezoo, F., Voorendonk, E. M., Visscher, C. M., & de Jongh, A. (2022). Prevalence of painful temporomandibular disorders, awake bruxism and sleep bruxism among patients with severe post-traumatic stress disorder. *J Oral Rehabil*, 2022, 49:1031–40. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.13367>.
9. Kapos, F. P., Exposto, F. G., Oyarzo, J. F., & Durham J. (2020). Temporomandibular disorders: a review of current concepts in aetiology, diagnosis and management. *Oral Surg*, 13(4), 321–334. DOI: <https://doi.org/10.1111/ors.12473>.
10. Kindler, S., Schwahn, C., Bernhardt, O., et al. (2019). Association between symptoms of posttraumatic stress disorder and signs of temporomandibular disorders in the general population. *J Oral Facial Pain Headache*, 33(1), 67–76. DOI: <https://doi.org/10.11607/ofph.1905>.
11. Giddon, D. B., Moeller, D. R., & Deutsch, C. K. (2021). Use of a modified mandibular splint to reduce nocturnal symptoms in persons with post-traumatic stress disorder. *Int Dent J*, 71(2), 167–171. DOI: <https://doi.org/10.1111/idj.12619>.
12. Florjański, W., & Orzeszek, S. (2021). Role of mental state in temporomandibular disorders: a review of the literature. *Dent Med Probl*, 58(1), 127–133. DOI: <https://doi.org/10.17219/dmp/132978>.
13. Wolowski, A., Eger, T., Braas, R., et al. (2020). Long-term effects of splint therapy in patients with posttraumatic stress disease (PTSD). *Clin Oral Investig*, 24, 1493–1497. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03184-5>.

The Application of Teethan Electromyographic Analysis in Patients with Temporomandibular Disorders

Khomiak K., Kostiuk T.

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Abstract. Temporomandibular disorders (TMD) are currently among the most common maxillofacial pathologies, affecting between 79.0% and 82.9% of the population, with a tendency toward further increase. An early clinical symptom of the condition is impaired masticatory function.

The aim of the study was to investigate and perform a comparative analysis of the nature and degree of changes in the electromyographic activity and synchronization of the masticatory muscles, according to the occlusal relationships of the jaws in patients with temporomandibular disorders.

Materials and Methods. Over a six-month period, 42 patients with temporomandibular disorders (TMD) of muscular and articular origin were examined. Based on their clinical manifestations and the severity of dysfunctional changes, the patients were divided into three clinical study groups. To perform a comparative analysis of the electromyographic activity and synchronization of the masticatory muscles, a specialized Teethan examination was utilized. The system allows for the evaluation of muscle apparatus symmetry via the integral Global Occlusal Balancing Index, which is presented in the form of a pie chart. During the diagnostics, key indices of occluso-muscular interaction were analyzed, including POC, BAR, TORS, IMPACT, and ASYM. The objective of this methodology was to detect functional imbalance within the occluso-muscular complex. The study enabled the determination of the degree to which specific muscle pairs influence the overall stability of the system.

Results and Conclusions. The conducted study provided a comprehensive evaluation of the patients' occluso-muscular balance. The obtained data became a key element in the diagnostics of TMD, as they allowed for the localization of compression zones and elucidated the probable pathogenetic mechanisms of the disorder's development. The quantitative values of each analyzed index, expressed as percentages, are presented in Table 2.

Analysis of the total neuromuscular balance index revealed the presence of pronounced occluso-muscular disorders in patients across all clinical study groups. Specifically, the overall balance status in Clinical Group I (CG I) ranged from 66.9% to 68.9%, in CG II from 58.7% to 61.3%, and the lowest values were recorded in CG III, spanning 55.5% to 57.4%. The integral assessment of these relationships in patients with TMD, combined with the subsequent correlation of the obtained data with occlusal contact analysis, demonstrated a full correlation between muscle activity and occlusal status. These results established a foundation for the subsequent development and implementation of a personalized treatment plan.

Keywords: *temporomandibular joint, temporomandibular disorders of muscular and articular origin, Teethan electromyographic analysis, occluso-muscular balance, multidisciplinary approach.*

**Стаття: надійшла до редакції 19.02.2026 р.;
прийнята до друку 13.04.2026 р.,
опублікована 25.05.2026 р.**

Хомяк Катерина Ігорівна

аспірант кафедри ортодонції,
Національний медичний університет
імені О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0003-0659-310X>

Костюк Тетяна Михайлівна

Доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри ортодонції,
Національний медичний університет
імені О.О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-6351-5181>

*Вадим Скібіцький, Дарина Богатирьова**Навчально-науковий інститут стоматології
Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна*

Ортопантомографія як один із додаткових методів діагностики під час дентальної імплантації: сучасний стан поширеності проблематики серед різних вікових груп населення

Частина 1

► **Резюме.** Протезування дентальними імплантатами посідає провідне місце серед методів відновлення дефектів зубних рядів. Це забезпечує високу функціональну ефективність та довготривалий естетичний результат. Протягом останнього часу спостерігається збільшення кількості імплантаційних втручань різної складності серед пацієнтів різних вікових груп, що потребують протезування. Успішність залежить від низки критеріїв, зокрема оцінки соматичного стану пацієнта, планування втручання та рентгенологічної діагностики. Ортопантомографія є первинним методом діагностики, проте для успішного планування імплантації доцільне її поєднання з комп'ютерною томографією. Саме комплексний підхід дає змогу підвищити точність планування, мінімізувати ризики ускладнень і покращити довгострокові результати імплантаційного лікування.

Ключові слова: ортопантомографія; дентальна імплантація; рентгенологічна діагностика; планування лікування; анатомічні структури; передопераційне планування.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Актуальність

Дентальна імплантація на сьогодні є однією з передових та надійних методик для відновлення дефектів зубних рядів різної протяжності, що застосовується також під час повної адентії. Протягом останнього часу кількість імплантаційних втручань збільшується (успішність яких, за даними літератури, становить понад 90–95 %), лише за 2023 р. у світі встановлено понад 9 млн імплантів різних фірм-виробників. Збільшення кількості імплантаційних втручань відмічається серед різних вікових груп, зокрема пацієнтів похилого та старечого віку. Так, за результатами епідеміологічного аналізу NHANES (США) у пацієнтів віком ≥ 50 років наявність хоча б од-

ного імплантату зросла з 1,3 % у 1999–2004 рр. до 8,4 % у 2015–2020 рр. Зазначимо, що тенденція розвитку імплантології пов'язана з розширенням показань до хірургічного втручання та залученням пацієнтів різних вікових груп, зокрема осіб похилого та старечого віку. Можна стверджувати, що з використанням сучасних методик протезування вік не є визначальним обмежувальним чинником для проведення імплантації за умови адекватного соматичного статусу та достатнього об'єму кісткової тканини. Тому одним із ключових аспектів є якісне передопераційне планування, яке має безпосередній вплив на прогноз, саму імплантацію та результати якісного протезування.

Отже, рішення про використання даного методу реабілітації має ґрунтуватися не на віці, а на соматичному статусі, ризиках ускладнень, гігієнічній комплаєнтності, ортопедичному плані реабілітації, рентгенологічній діагностиці, яка дає можливість оцінити анатомо-топографічні особливості щелеп, а також виявити потенційні чинники ризику.

Для первинного обстеження пацієнтів найпоширенішим і найдоступнішим методом є ортопантомографія (ОПТГ), яка дає змогу отримати узагальнену інформацію про стан зубощелепної системи. Проте її діагностичні можливості обмежені двовимірністю зображення, а саме наявністю геометричних спотворень та відсутністю точної оцінки ширини й щільності кісткової тканини. Тому комп'ютерна томографія (КТ) залишається основним методом діагностики під час імплантації з протезуванням як одиночними конструкціями, так і при тотальній реабілітації.

Мета: проаналізувати сучасний стан використання ортопантомографії як додаткового методу дослідження під час планування дентальної імплантації та визначити поширеність імплантатного лікування серед різних вікових груп населення.

Матеріали і методи

Дослідження проводили на базі кафедри ортопедичної стоматології Навчально-наукового інституту стоматології Національного медичного університету імені О.О.Богомольця з добровільної згоди пацієнтів та з виконанням рекомендацій ВООЗ (2013). Документацію (форму № 043/0) заповнювали згідно з наказом МОЗ України від 14.02.2012 № 110. Обстежено 57 пацієнтів, з них 38 жінок (66,7 %) та 19 чоловіків (33,3 %).

Критерії включення: пацієнти з частковою або повною адентією; наявність ОПТГ до, на етапі протезування та після лікування; пацієнти різних вікових груп.

Критерії виключення: відсутність ділянки інтересу (зона імплантації); пацієнти віком до 18 років; тяжкі системні захворювання (аутоімунні: системний червоний вовчак, ревматоїдний артрит, системна склеродермія; серцево-судинні: артеріальна гіпертензія, серцева недостатність; метаболічно асоційовані: цукровий діабет, тиреотоксикоз; інфекційні: сепсис, ВІЛ/СНІД, туберкульоз; онкологічні: лейкоз, лімфома); психічні захворювання.

Науковий аналіз проводили на знеособлених копіях ОПТГ, персональні дані пацієнтів не використовували. Зображення розглядали винятково з науково-освітньою метою, без втручання в ліку-

вальний процес. Власний матеріал представлений серією ОПТГ дорослих пацієнтів віком 20–83 років, виконаних у різні календарні періоди (на наданих знімках наявні дати 2024–2026 рр.), знімки надано у вигляді друкованих сканів.

Результати

Аналіз ОПТГ дав змогу виявити широкий спектр клінічних ситуацій, що трапляються під час планування та реалізації дентальної імплантації у пацієнтів різних вікових категорій із частковою та повною адентією. У більшості випадків (39 пацієнтів або 68,4 %) спостерігається виражена атрофія альвеолярних відростків, особливо в дистальних відділах верхньої та нижньої щелеп, що є типовим для пацієнтів старших вікових груп. Це підтверджує необхідність ретельного передопераційного рентгенологічного аналізу для визначення доступного об'єму кісткової тканини.

На 21 ОПТГ (36,8 %) відновлення зубного ряду за умови повної адентії було виконано за протоколами «All-on-4» (26,3 %) та «All-on-6» (10,5 %), для яких характерні такі рентгенологічні ознаки: наявність 4–6 імплантатів на щелепу, в дистальних відділах імплантати встановлені під кутом, рівномірний розподіл опор, відсутність ознак періімплантної резорбції. На 36 знімках (63,2 %) виявлені випадки часткової адентії, де імплантати поєднуються з природними зубами та іншими ортопедичними конструкціями. Рентгенологічно спостерігається поодинокі (27 випадків, або 47,4 %) і множинні (9 випадків, або 15,8 %) встановлення імплантатів різної довжини та діаметра, а також інтеграція їх у вже наявну оклюзійну схему.

Крім того, аналіз показав значну варіабельність у розташуванні імплантатів, встановлених під різними кутами (особливо в дистальних відділах), із різною глибиною занурення. У деяких випадках помічено наближення до анатомічних структур (гайморові пазухи, нижньощелепний канал), тому недостатньо лише визначення глибини імплантатів за ОПТГ, необхідне використання КТ.

На 46 знімках (80,7 %) виявлено генералізовану горизонтальну атрофію кісткової тканини та неоднорідність структури кістки, хоча ОПТГ дає змогу лише орієнтовно оцінити ці параметри. В усіх клінічних кейсах чітко візуалізується контакт імплантату з кісткою, відсутні явні ознаки періімплантиту, в поодиноких випадках (9 знімків, або 15,8 %) спостерігається незначна резорбція кістки навколо шийки імплантату.

Отже, виявлено обмеження ОПТГ як додаткового методу дослідження, зокрема можливі геометричні спотворення, накладання анатомічних

структур, обмежена точність вимірювань, відсутність інформації про товщину кістки. У зв'язку із цим очевидним є використання КТ як основного методу тривимірної (3D) діагностики під час планування імплантаційного втручання.

Висновки

1. Поширеність проблематики відсутності повної або часткової втрати зубних рядів посилює тенденцію до ширшого застосування дентальної імплантації серед різних вікових груп населення.

2. За даними обстежень можна стверджувати, що дентальна імплантація є високоефективним і прогнозованим методом реабілітації пацієнтів, що підтверджено високим відсотком успішного інтегрування імплантатів у пацієнтів різного віку та за різних анатомо-топографічних умов зубощелепного апарату.

3. ОПТГ залишається доступним додатковим методом первинної рентгенологічної діагностики, адже дає можливість оцінити загальний стан зубощелепної системи та провести аналіз щодо початкового відбору пацієнтів для подальшого імплантаційного лікування з використанням КТ як основного методу діагностики.

4. Вивчення даних ОПТГ показало варіабельність клінічних кейсів, в яких виявлено різні форми адентії, ступінь атрофії кісткової тканини, особливості розташування імплантатів та їх взаємовідношення з анатомічними структурами.

5. ОПТГ має низку обмежень, пов'язаних із двовимірністю зображення, геометричними спотвореннями та неможливістю точного визначення товщини і щільності кісткової тканини, що знижує її точність під час передопераційного планування дентальної імплантації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Sartoretto, S. C., Shibli, J. A., Javid, K., et al. (2023). Comparing the Long-Term Success Rates of Tooth Preservation and Dental Implants: A Critical Review. *J Funct Biomater*, 14(3), 142. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfb14030142>.
2. Weatherspoon, D. J., Chen, H., & Dye, B. A. (2024). Implant and implant restoration trends among adults 50 years and older in the United States, National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2020. *J Am Dent Assoc*, 155(7), 574–586.e3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2024.03.005>.
3. Abou-Ayash, S., Bjelopavlovic, M., Molinero-Mourelle, P., & Schimmel, M. (2025). Implant Survival in Patient Populations With a Mean Age of 65–75 Years Compared to Older Cohorts: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Oral Implants Res*, 36(9), 1053–1074. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.14456>.
4. World Health Organization. (2013). *Oral health surveys: basic methods*. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548649>
5. Dobrovolska, O. V., Dobrovolskyi, O. V., Dvornyk, V. M., Kuz, H. M., Marchenko, K. V., & Riabushko, N. V. (2023). *Dental implantology: Surgical and orthopedic aspects*. A textbook. Mahnoliia 2006. [Добровольська, О. В., Добровольський, О. В., Дворник, В. М., Кузь, Г. М., Марченко, К. В., & Рябушко, Н. В. (2023). *Дентальна імплантологія: хірургічні й ортопедичні аспекти*: навчальний посібник. Магнолія 2006]. ISBN 978-617-574-213-6.

Orthopantomography as One of the Additional Diagnostic Methods in Dental Implantology: Current State of Prevalence of the Issue Among Different Age Groups of the Population Part 1

Skibitskyi, V., Bohatyrova, D.

Educational and Scientific Institute of Dentistry, Bohomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Abstract. Prosthetic rehabilitation using dental implants occupies a leading position among methods for restoring dentition defects. It ensures high functional efficiency and long-term aesthetic outcomes. Recently, there has been a steady increase in the number of implant procedures of varying complexity among patients of different age groups requiring prosthetic treatment. The success of implant therapy depends on a number of criteria, including the assessment of the patient's somatic status, proper treatment planning, and radiological diagnostics. Orthopantomography is

a primary diagnostic method; however, for successful implant planning, its combination with cone-beam computed tomography is advisable. Such a comprehensive approach enhances planning accuracy, minimizes the risk of complications, and improves the long-term outcomes of implant treatment.

Keywords: *orthopantomography; dental implantation; radiological diagnostics; treatment planning; anatomical structures; preoperative planning.*

Стаття: надійшла до редакції 03.03.2026 р.;
прийнята до друку 13.04.2026 р.,
опублікована 20.05.2026 р.

Скібіцький Вадим Станіславович

кандидат медичних наук,
доцент кафедри ортопедичної стоматології
Навчально-наукового інституту стоматології
Національного медичного університету
імені О.О. Богомольця

 <https://orcid.org/0009-0006-9424-9166>

Богатирьова Дарина Ігорівна

PhD,
асистент кафедри ортопедичної стоматології
Навчально-наукового інституту стоматології
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-3779-4097>

*Оксана Шекера, Анатолій Пальчиков, Мирослав Гончарук-Хомин**ДВНЗ «Ужгородський національний університет»*

До питання трендів цифровізації у пародонтологічній практиці: аналіз сучасних концепцій та особливостей практичної імплементації

▷ **Актуальність.** Можливості сучасних обчислювальних алгоритмів, оформлені у канву цільового програмного забезпечення, асоційованого чи не асоційованого із певним видом апаратної складової (інтраоральний сканер, конусно-променевий комп'ютерний томограф, системи автоматизованої пародонтологічної діагностики), змінюють патерни розвитку та впровадження цифрових технологій в пародонтологічній практиці.

Мета. Проаналізувати наявні тренди цифровізації в пародонтологічній практиці з урахуванням сучасних концепцій обробки великих масивів даних та індивідуалізації комплексних діагностично-лікувальних підходів.

Матеріали та методи. Пошук релевантних публікацій здійснювали у базах даних PubMed/MEDLINE та Scopus, а також із використанням пошукової системи Google Scholar із застосуванням булевих операторів (AND, OR, NOT) та набору ключових слів варіантів їх комбінацій. Внаслідок структуризації та групування результатів на основі проведеного контент-аналізу всі відібрані джерела були згруповані у такі аналітичні домени: рівень фактичної клінічної інтеграції цифрових технологій; роль алгоритмів штучного інтелекту у діагностиці та прогнозуванні; мультимодальна інтеграція даних як ключовий тренд цифровізації; бар'єри імплементації, перспективи розвитку та трансляції цифровізації у клінічну пародонтологічну практику.

Результати дослідження. Сучасний стан цифровізації пародонтологічної практики характеризується дисбалансом між стрімким розвитком технологічних можливостей та обмеженим рівнем їх клінічної імплементації. Незважаючи на доведений потенціал алгоритмів штучного інтелекту в обробці мультимодальних даних, підвищенні точності діагностики, стратифікації ризиків та прогнозуванні результатів лікування, їх широке впровадження обмежується недостатньою зовнішньою валідацією, гетерогенністю та обмеженим обсягом доступних датасетів, варіабельністю ефективності моделей залежно від модальності вхідних даних, а також відсутністю уніфікованих протоколів інтеграції у клінічну практику.

Висновки. Цифровізація в структурі пародонтологічної практики характеризується кластерним патерном впровадження із покриттям в першу чергу саме діагностичної складової та вихідною класифікацією клінічних випадків, що пов'язано як з відповідною статистичною «зрілістю» цільових верифікаційних алгоритмів, так і з досвідом їх впровадження в структуру відповідного апаратного та програмного забезпечення. Водночас прогностична складова, представлена алгоритмами для опрацювання масивів первинно-цифрових або ж оцифрованих даних, отриманих в ході діагностики пацієнта, досі залишається предметом валідаційних досліджень, кількість яких прогресивно зростає.

Ключові слова: пародонтологія; цифрова стоматологія; цифровізація; клінічна практика; штучний інтелект; пацієнт-орієнтоване лікування; доказова база.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Попередній систематичний огляд, проведений Revilla-Leon M. та колегами, орієнтований на визначення фактичних можливостей застосування штучного інтелекту (ШІ) з метою діагностики

випадків гінгівіту та пародонтиту, визначив, що такі характеризуються широким спектром використання (від детекції зубного нальоту до об'єктивізації втрати кісткової тканини за даними рентгенограм), а також вираженим діапазоном

варіацій показників ефективності, які відрізнялися залежно від цільового застосування [1]. З іншого боку, у даному систематичному огляді, як і в низці досліджень аналогічної спрямованості, було визначено, що моделі ШІ, розроблені з метою застосування в пародонтологічній практиці, переживають специфічний етап розвитку: статистична «зрілість» даних моделей досі є недостатньо валідованою, тоді як запит на їх клінічне застосування продовжує зростати, слідуючи загальновираженим тенденціям цифровізації в стоматологічній практиці [1–4].

Відтак можна резюмувати, що можливості сучасних обчислювальних алгоритмів, оформлені у канву цільового програмного забезпечення, асоційованого чи не асоційованого із певним видом апаратної складової (інтраоральний сканер, конусно-променевий комп'ютерний томограф, системи автоматизованої пародонтологічної діагностики), змінюють патерни розвитку та впровадження цифрових технологій в пародонтологічній практиці [3, 5, 6]. Власне, відбувається перехід від етапу масового накопичення даних про стоматологічне здоров'я пацієнта до етапу структурованого процесингу цих даних із формулюванням на їх основі відповідних індивідуалізованих показників щодо діагностики відповідної стадії та ступеня захворювання, показників відносного ризику агравації патології чи навіть втрати окремих одиниць зубного ряду, формування пацієнт-орієнтованих схем реалізації заходів в структурі підтримуючої пародонтальної терапії [1, 3, 5, 6]. Окремої уваги потребує той факт, що опрацювання вищезазначених масивів даних наразі може провадитися не з використанням класичних статистичних підходів, а мультишарованих методів обробки інформації, на зразок конволюційних згорткових мереж, а також із реалізацією ансамблевих кооперацій одночасно декількох обчислювальних алгоритмів у структурі однієї моделі [1, 2, 3]. Вищезазначені особливості після досягнення клінічно-орієнтованої, а не лише суто математичної «зрілості» змінюють траєкторіальний патерн імплементації сучасних цифрових технологій в пародонтологічну практику.

Консенсусний звіт 20-го Європейського воркшопу з пародонтології визначив, що тестування моделей штучного інтелекту діагностичної та прогностичної спрямованості, а також інших цифрових інструментів діагностики в структурі проспективних досліджень є одним з фокусів для розширення можливостей пародонтологічної практики в цілому, оскільки досі недостатньо вивченою залишається клінічна значущість таких моделей, апробованих лише в експериментальних чи обмежених клінічних умовах

[7]. Зі свого боку, Hashim N. та колеги (2026) підкреслили, що наступне покоління клінічних гайдлайнів в пародонтології повинно передбачати наявність в їхній структурі елементів, що визначають вихідну складність клінічного випадку, прецизійність проведеної діагностики, значущість використовуваних у ході діагностики чи прогнозу цифрових технологій та інших складових, які сприяють персоніфікації розроблених стратегій лікування та моніторингу [8].

Виходячи з цього, аналіз наявних тенденцій щодо залученості цифрових інструментів, зокрема обчислювальних алгоритмів на основі штучного інтелекту, в пародонтологічну практику, сприятиме глибшому розумінню фактичних рівнів інтеграції таких моделей для оптимізації процесів діагностики, побудови стратегії лікування та обрахунку прогнозу змін за різних підходів до реалізації активної та підтримувальної терапії пацієнтів із патологією пародонта. Крім того, проведений аналіз дозволить критично оцінити, наскільки доступні можливості цифрових технологій, зокрема ШІ-базовані рішення, є клінічно застосовними, з можливістю трансляції експериментально-апробованих підходів в умови реальної клінічної практики.

Мета дослідження. Проаналізувати наявні тренди цифровізації в пародонтологічній практиці з урахуванням сучасних концепцій обробки великих масивів даних та індивідуалізації комплексних діагностично-лікувальних підходів.

Матеріали та методи

Це дослідження було виконано у форматі аналітичного огляду наукової літератури із застосуванням систематизованого підходу до ідентифікації, відбору, екстракції, контент-аналізу та узагальнення даних, асоційованих із репрезентацією сучасних трендів цифровізації у пародонтологічній практиці. Основний акцент дослідження був зосереджений на аналізі закономірностей інтеграції цифрових підходів, включаючи алгоритми штучного інтелекту та методи обробки великих масивів даних, у клінічні процеси діагностики, планування лікування, моніторингу та прогнозування. Ключовими категоріями пошуку, які формували дослідницький запит, були такі:

- ідентифікація ключових напрямів цифровізації пародонтологічної практики;
- оцінка рівня клінічної імплементації ідентифікованих варіантів цифрових можливостей в пародонтологічній практиці;
- аналіз потенціалу трансляції цифрових інструментів та моделей штучного інтелекту, апро-

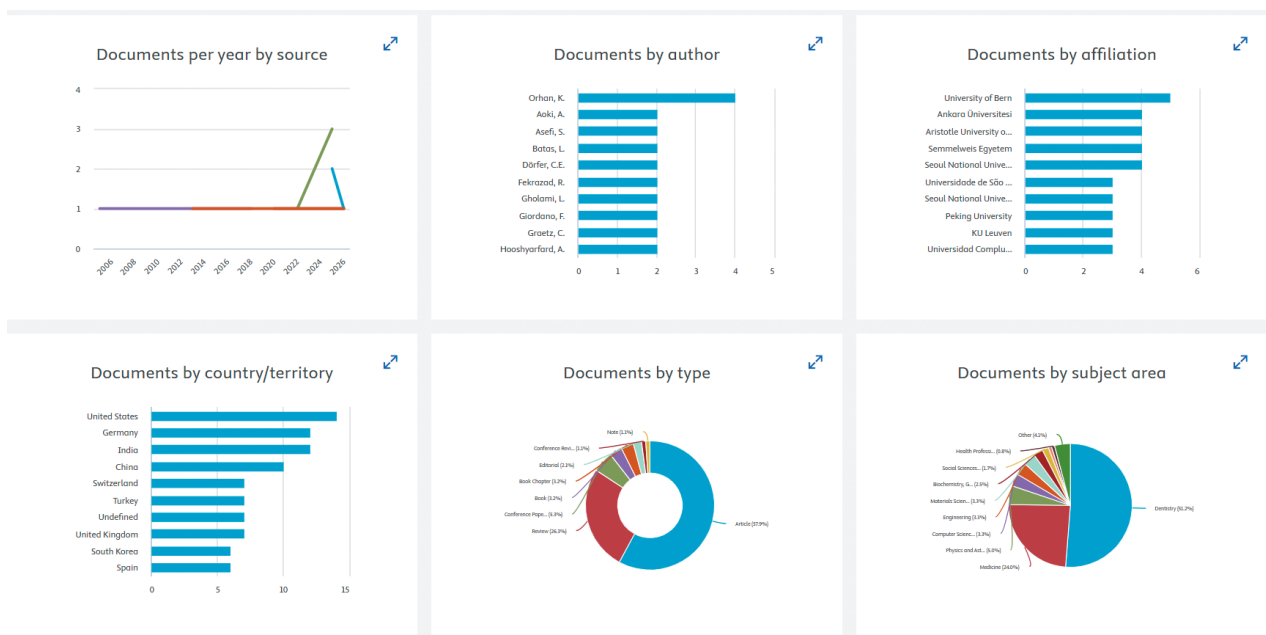


Рис. 1. Проміжний етап аналізу 95 публікацій відібраних за ключовими словами «digital» та «periodontology» у базі Scopus.

бованих в експериментальних умовах, у клінічну пародонтологічну практику.

Пошук релевантних публікацій здійснювали у базах даних PubMed/MEDLINE та Scopus, а також із використанням пошукової системи Google Scholar із застосуванням булевих операторів (AND, OR, NOT), набору ключових слів і варіантів їх комбінацій, зокрема: «digitalization», «digital transformation», «artificial intelligence», «machine learning», «periodontology». Додатково проводили ручний пошук за списками літератури відібраних джерел.

Пошук літератури у базі даних PubMed здійснювали із застосуванням розширеного булевого пошукового запиту. Побудова пошукового запиту базувалася на поєднанні синонімічних варіантів ключових термінів із використанням оператора «OR» для розширення чутливості пошуку, а також оператора «AND» для забезпечення специфічності результатів у межах пародонтологічної тематики. Додатково застосовували контрольовану медичну термінологію (MeSH), що дозволило підвищити релевантність відібраних джерел.

Зокрема, використовували таку пошукову формулу:

("digitalisation"[All Fields] OR
 "digitalised"[All Fields] OR
 "digitalization"[All Fields] OR
 "digitalize"[All Fields] OR
 "digitalized"[All Fields] OR
 "digitalizer"[All Fields] OR
 "digitalizing"[All Fields] OR
 "digitally"[All Fields] OR
 "digitals"[All Fields] OR
 "digitization"[All Fields] OR

"digitizations"[All Fields] OR
 "digitize"[All Fields] OR
 "digitized"[All Fields] OR
 "digitizer"[All Fields] OR
 "digitizers"[All Fields] OR
 "digitizes"[All Fields] OR
 "digitizing"[All Fields] OR
 "radiographic image enhancement"[MeSH Terms] OR
 "radiographic"[All Fields] AND
 "image"[All Fields] AND
 "enhancement"[All Fields]) OR
 "radiographic image enhancement"[All Fields] OR
 "digital"[All Fields])
 AND
 ("periodontics"[MeSH Terms] OR
 "periodontics"[All Fields] OR
 "periodontology"[All Fields]).

Відбір здійснювали поетапно: спочатку реалізовували первинний скринінг наукових робіт за заголовками та анотаціями, після чого проводили їх повнотекстову оцінку, що дозволяло сформулювати фінальну вибірку таргетних досліджень (рис. 1).

Джерела, які були лише частково релевантні щодо мети цього огляду, включали до досліджуваної вибірки за умови їх концептуальної значущості. Загалом до аналізу включали публікації, які відповідали таким критеріям:

- 1) дослідження, присвячені застосуванню цифрових технологій у пародонтології;
- 2) оригінальні наукові дослідження;
- 3) систематичні огляди та мета-аналізи, за умови наявності кількісних результатів, узагальнених показників або чітко окреслених трендів розвитку технологій;

- 4) публікації, що містять дані щодо:
 - а) ефективності або точності цифрових інструментів;
 - б) діагностичної або прогностичної цінності;
 - в) рівня клінічної імплементації або потенціалу трансляції;
- 5) статті, опубліковані у рецензованих наукових журналах;
- 6) публікації англійською мовою.

Критеріями виключення публікацій із первинно відібраного пулу були такі:

- 1) публікації, не пов'язані з аспектами цифровізації в пародонтологічній практиці;
- 2) оглядові статті, що не містять кількісного аналізу, узагальнених показників або структурованого опису трендів;
- 3) тези конференцій, редакційні статті, листи до редакції;
- 4) дублікати, або ж публікації, які відображали результати, аналогічні попередньо опублікованим, без наявних у них нових підходів до інтерпретації даних;
- 5) джерела без доступу до повного тексту публікації;
- 6) публікації не англійською мовою.

На етапі екстракції даних з кожного джерела, включеного до кінцевого пулу релевантних наукових робіт, екстрагували такі параметри, які в подальшому підлягали структуризації: тип дослідження; напрям цифровізації; рівень клінічної імплементації; типи використовуваних даних; показники ефективності; обмеження та перспективи.

Для систематизації отриманих даних застосовано метод якісного контент-аналізу з елементами тематичного кодування. Аналіз здійснювали у декілька послідовних підетапів:

1. *Відкрите кодування*: ідентифікація смислових одиниць (ключових понять, підходів, напрямів застосування цифрових технологій), що повторювалися у текстах відібраних публікацій.
2. *Формування категорій першого рівня*: об'єднання кодів у більш узагальнені аналітичні категорії відповідно до функціонального призначення цифрових рішень (діагностика, прогнозування, моніторинг, підтримка прийняття рішень).
3. *Осьове кодування*: встановлення взаємозв'язків між категоріями, зокрема між типом цифрового підходу, рівнем його клінічної валідованості та фактичним ступенем імплементації.
4. *Селективне кодування*: інтеграція категорій в узагальнені тематичні блоки, що відображають системні тренди цифровізації.

У процесі структуризації та групування результатів на основі проведеного контент-аналізу

всі відібрані джерела були згруповані у такі аналітичні домени:

- рівень фактичної клінічної інтеграції цифрових технологій;
- роль алгоритмів штучного інтелекту у діагностиці та прогнозуванні;
- мультимодальна інтеграція даних як ключовий тренд цифровізації;
- бар'єри імплементації, перспективи розвитку та трансляції цифровізації у клінічну пародонтологічну практику.

Групування здійснювали з урахуванням повторюваності тематичних патернів, ступеня доказовості та клінічної релевантності отриманих результатів.

Отримані дані після екстракції систематизували та структурували з використанням програмного забезпечення Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США, версія 2019), яке застосовували як інструмент первинної обробки, кодування та організації інформації. Для забезпечення стандартизованого підходу було сформовано уніфіковану електронну базу даних у вигляді таблиці, де кожен рядок відповідав окремому дослідженню, а кожен стовпець — визначеній аналітичній змінній. Структура таблиці включала бібліографічні, методологічні та результативні параметри досліджень.

Результати дослідження та їх обговорення

Пошук цільових публікацій у базах даних PubMed та Scopus сприяв виявленню таких трендів щодо кількості опублікованих наукових робіт у різні роки, які за сформульованими пошуковими запитамі відображено на рис. 2 та 3 відповідно.

Аналіз представлених графіків свідчить про чітку тенденцію до зростання кількості наукових публікацій, присвячених цифровізації в пародонтології. У базі даних PubMed спостерігається поступове збільшення кількості досліджень, починаючи з 2000-х років, із різким експоненціальним зростанням після 2018 року. Пік публікацій припадає на останні роки (2023–2025 роки), що корелює з активним розвитком технологій штучного інтелекту, машинного навчання та цифрової обробки медичних зображень.

Аналогічна тенденція простежується у базі даних Scopus, проте абсолютна кількість публікацій є значно нижчою, а крива зростання має більш варіабельний характер. Це може свідчити про поступове формування дослідницького поля та різну швидкість індексації джерел у різних наукометричних базах. Отримані результати підтверджують, що цифровізація в пародонтології

Кількість публікацій

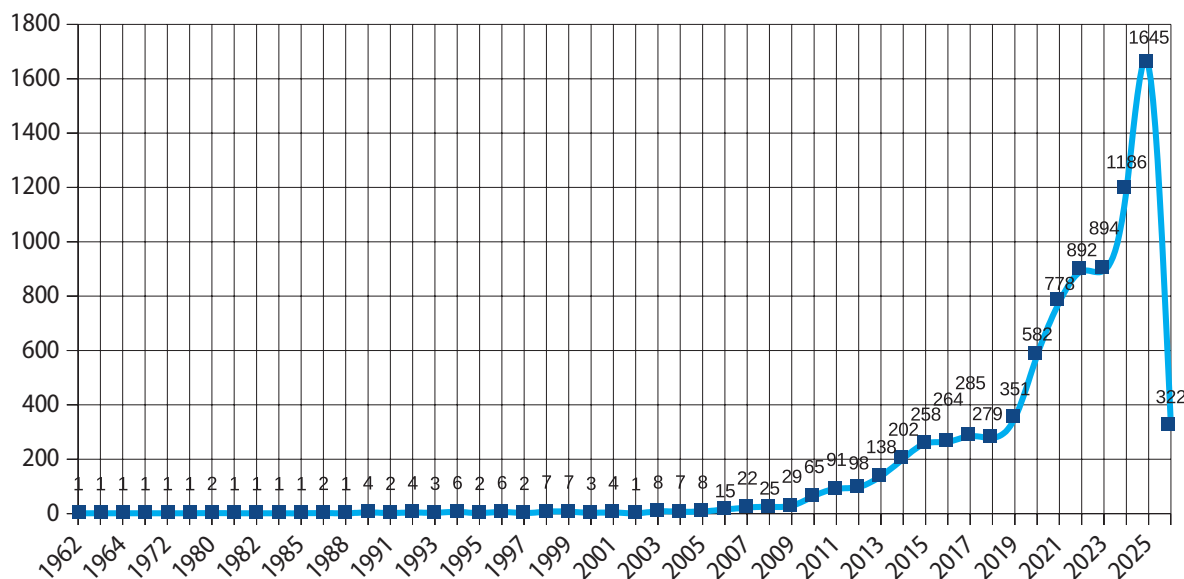
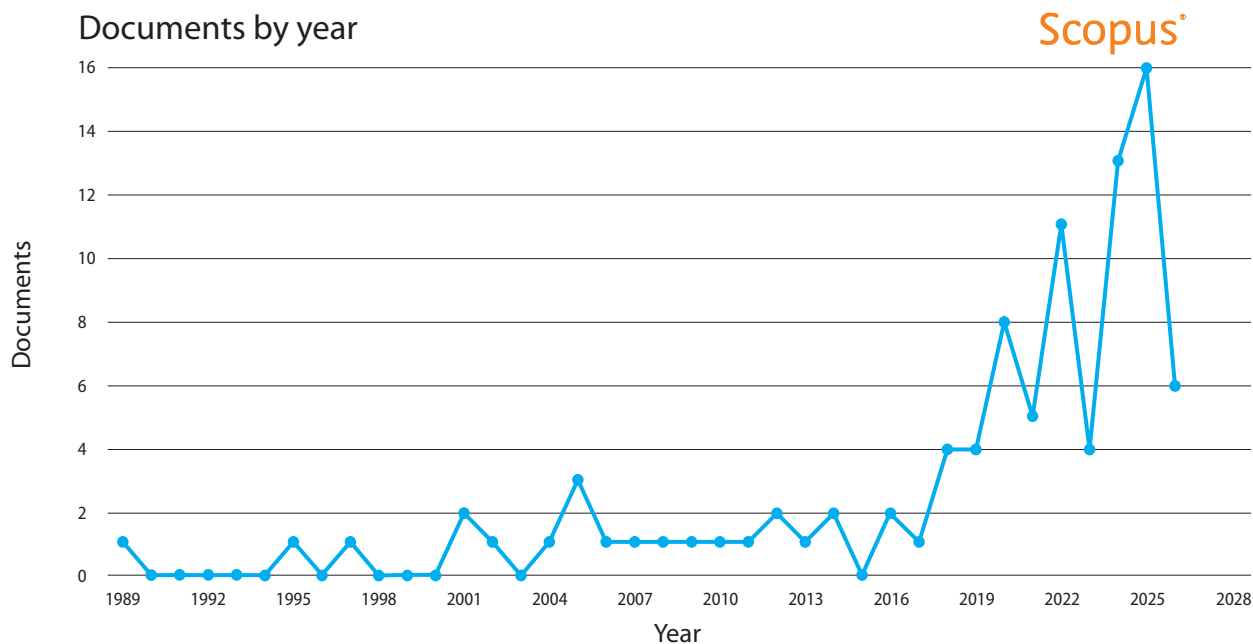


Рис. 2. Розподіл публікацій, первинно ідентифікованих у базі даних PubMed за запитом MeSH-відповідників до ключових слів «digital» та «periodontology», відповідно до року їх видання.



Copyright © 2026 Elsevier B. V. All rights reserved. Scopus® is a registered trademark of Elsevier B. V.

Рис. 3. Розподіл публікацій, первинно ідентифікованих у базі даних Scopus за ключовими словами «digital» та «periodontology» (оригінальний графік, експортований із бази даних Scopus), відповідно до року їх видання.

є динамічно зростаючим напрямом досліджень, особливо в останнє десятиліття, що відображає загальні тенденції розвитку цифрової медицини та впровадження штучного інтелекту в клінічну практику.

З огляду на експоненціальне зростання кількості публікацій протягом останніх років, а також з метою забезпечення актуальності та релевантності аналізу, цільовий поглиблений аналіз враховував лише публікації, видані протягом останніх 10 років. Це дозволило зосередитися на сучасних технологічних підходах і актуальних клінічних тенденціях.

У процесі проведення аналізу відібраних джерел вдалося встановити, що наразі лише поодинокі дослідження демонструють рівень фактичної клінічної залученості цифрових технологій в пародонтологічну практику. Зокрема, під час опитування, проведеного Youssef M. та колегами, було встановлено, що найчастіше в ході пародонтологічного лікування лікарі послуговуються можливостями конусно-променевої комп'ютерної томографії, дані якої інтерпретують як елемент цифровізації [9]. Натомість залученість можливостей статичної та динамічної навігації є обмеженою, а об'єктивні дані щодо застосування систем

інтраорального сканування чи інструментів діагностичного або прогностичного характеру, які функціонують на основі штучного інтелекту, досі не з'ясовані [10].

Консенсусний звіт 20-го Європейського воркшопу з пародонтології підкреслив, що, зважаючи на виражені процесингові та детекційні можливості моделей штучного інтелекту, апробація цих інструментів повинна бути забезпечена не лише на основі двовимірних (планіметричних) рентгенограм, а шляхом інтеграції даних різної модальності, які включають результати заповнення електронних медичних карт, інтраорального сканування та конусно-променевої комп'ютерної томографії [7]. При цьому окремим елементом дослідження залишається пошук шляхів для адаптованого впровадження штучного інтелекту в наявні протоколи пародонтологічного лікування без порушення клінічної послідовності їх реалізації, а також з урахуванням обмеженості додаткових ресурсів, необхідних для цього [7].

Цифровізація пародонтологічної практики з урахуванням можливостей опрацювання великих масивів даних розширила межі застосування неklasичних підходів до інструментальної діагностики, результати якої можна зіставити та інтегрувати з даними клінічного огляду під час обстеження пацієнта, постановки діагнозу, визначення тактики лікування та прогнозу. Крім того, доступними є окремі експериментальні системи, які інтегрують внесені діагностичні дані щодо соматичного статусу пацієнта, особливостей мікробіоти, результатів молекулярної діагностики та omics-технологій для оптимізації процесів прийняття пацієнт-орієнтованих клінічних рішень у пародонтологічній практиці. Це забезпечує зміщення традиційних протокольних терапевтичних підходів до персоналізованих стратегій, які мають потенціал до адаптивної модифікації на основі прецизійної діагностики та процесингу наборів даних різного походження [11–13]. Зі свого боку, Pitchika V. та колеги (2024) зазначили, що тренд до цифровізації в пародонтологічній практиці можна розглядати як складову інтеграції елементів персоналізованої та прецизійної медицини, яка забезпечує поєднання (блендинг) пацієнт-асоційованих параметрів ризику, фармакогеноміки й мікробіому з фенотипічними характеристиками, біомаркерними діагностичними можливостями, а також психосоціальними факторами [12]. Можливості агрегації та процесингу клінічних даних із декількох клінічних центрів, які провадять пародонтологічне лікування за аналогічними протоколами, формують передумови для створення розширених карт прогностичних траєкто-

рій змін пародонтологічного статусу з опцією їх стратифікації за різної тривалості спостереження на основі досліджень мережевого характеру [14]. Клінічні переваги імплементації патернів цифровізації в пародонтологічну практику сприяють ранній детекції порушень та профілактиці їх розвитку, зменшенню ймовірності реалізації випадків надмірного лікування, кращому менеджменту складних клінічних випадків (кейсів) та вищому рівню залученості пацієнта в процеси лікування та профілактики [10].

Тап М. та колеги розробили комплексну діагностичну систему PerioAI для діагностики захворювань пародонта, функціонування якої базується на сумісному опрацюванні сегментованих мультимодальних даних інтраорального сканування та конусно-променевої комп'ютерної томографії [15]. Послугуючись параметрами відстані від краю ясен (zareєстрованих на інтраоральному скані) до краю кісткового гребеня (zareєстрованих на КПКТ), система забезпечує підхід до цифрового пародонтального зондування з величиною похибки лише 0,040 мм [15].

Хоча в інших дослідженнях величина відмінностей між клінічними вимірюваннями та параметрами, екстрагованими з цифрових даних, була більш значущою і сягала $0,82 \pm 0,69$ мм, первинний дизайн аналізованих критеріїв відрізнявся. Зокрема, порівнювали показник висоти ясеневної складової над рівнем кісткового гребеня за даними КПКТ й інтраорального сканування та показник клінічно-встановленої глибини пародонтальних кишень [16].

Варто зазначити, що використання різних систем електронних пародонтальних зондів також забезпечує чіткий та послідовніший процес для акумуляції даних пацієнта, які в подальшому можна включити в систему індивідуалізованого прогнозування [17]. Однак можливість виконання окремих пародонтальних вимірювань лише за цифровими даними КПКТ та інтраорального сканування сприяє оптимізації процесу їх автоматичного опрацювання. Це дозволяє встановлювати первинний діагноз для подальшої стратифікації пацієнтів з урахуванням ургентності надання спеціалізованої допомоги без потреби попередньої клінічної оцінки [15, 16, 18, 19].

Окремої уваги потребують перспективи застосування інтраоральних сканерів у практиці сучасної пародонтології. Технологія інтраорального сканування з доведеним рівнем ефективності може бути застосована для первинної оцінки фенотипу м'яких тканин [20, 21], верифікації первинних запальних змін [22, 23], оцінювання стану гігієни ротової порожнини [24–26], визна-

чення динаміки об'єму в ділянці проведених пародонтологічних втручань [27, 28], оцінки рівнів наповзаючого прикріплення [29], автоматизації розрахунку вираженості рецесій [30, 31], а також напівавтоматизованого заповнення складових пародонтологічних карт щодо зубів із вираженими ознаками патологічних змін чи компрометованим прогнозом [32].

Nalbantoglu A. та Yanik D. засвідчили, що інтраоральний сканер забезпечує клінічно точну реєстрацію ширини кератинізованих ясен [30].

У роботі Lee J.-S. було засвідчено, що відтворюваність та точність результатів вимірювання ширини кератинізованих ясен за даними інтраорального сканування є вищими, ніж за класичного підходу з використанням пародонтологічного зонда [34]. В експериментальних умовах доведено, що інтраоральний сканер також можна застосовувати для квантифікації ступеня рухомості зубів [35]. Колориметричний аналіз інтраоральних сканів підтвердив свою діагностичну ефективність на рівні понад 70 % у диференціації ділянок з ознаками кровоточивості під час зондування та без неї [23]. Інтраоральні скани також є допоміжним інструментом у реконструкції істинних параметрів конфігурації внутрішньокісткових дефектів, первинно проаналізованих на основі даних конусно-променевої комп'ютерної томографії [36].

Варто відзначити, що, згідно з даними систематичного огляду Сагон Т. та колег (2025), найчастіше інтраоральний сканер у пародонтологічній практиці використовували для оцінювання лінійних і об'ємних параметрів товщини ясен, висоти або площі кератинізованих ясен, висоти міжзубного сосочка, для картографування (маппінгу) вестибуло-орального м'якотканинного профілю, квантифікації стану гігієни ротової порожнини, обсягу набряку ясен, оцінки глибини зондування та рухомості, розмірних параметрів рецесії, верифікації положення зенітів, а також планування процедури подовження клінічної коронки [32].

При цьому дослідники зауважили навіть відмінності щодо частоти використання різних систем інтраорального сканування в пародонтологічній практиці. Найчастіше в дослідженнях повідомляли про застосування системи Trios (3Shape, Данія) — у 28 з 52 проаналізованих публікацій; CEREC Omnicam (Dentsply Sirona, Німеччина) — у 10 з 52 праць; а також моделей CS 3600 та CS 1500 від Carestream (Carestream Dental LLC, США) — у 6 з 52 досліджень [32]. Отримані дані свідчать про певну тенденцію щодо рівня застосовності різних систем інтраорального сканування у пародонтології.

Попередні дослідження досвіду впровадження штучного інтелекту (ШІ) в пародонтологічну практику продемонстрували, що ефективність діагностичних та прогностичних моделей суттєво варіює. Цей рівень залежить від модальності вихідних наборів даних (дво- або тривимірні рентгенологічні знімки, інтраоральні скани, цифрові пародонтологічні карти) та їхні повноти. Крім того, на результати тренування, навчання й апробації моделей впливають демографічні та епідеміологічні характеристики клінічних когорт, а також обрані критерії загальної оцінки [13, 37–39].

Ансамблеві моделі, а також згорткові нейронні мережі залишаються найбільш перспективними для процесингу наборів даних, які дозволяють квантифікувати пародонтологічний статус пацієнта з можливістю подальшого виокремлення цільових діагностичних чи прогностичних параметрів. Водночас алгоритми множинної класифікації, які оперують розподілом категоризаційних критеріїв, сприяють виокремленню груп ризику й експрес-постановці діагнозу за обмежених обсягів діагностичної інформації [13]. Щодо прогностичного потенціалу, то алгоритми машинного навчання продовжують удосконалюватися в пародонтологічній практиці. Проте в роботі Al-Sharqi A. було зазначено, що класичні підходи на основі логістичної регресії з опрацюванням клінічних параметрів забезпечують не меншу прогностичну точність стосовно квантифікації результатів нехірургічного пародонтологічного лікування, ніж методи контрольованого машинного навчання. При цьому показники точності варіювали в межах 61,0–70,4 % [40]. Такий результат може бути пов'язаний з обмеженою кількістю предикторів, які використовували для машинного навчання, а також із малим обсягом досліджуваних вибірок.

Водночас варто зазначити, що для скринінгу та прогнозування подальших порушень пародонтального статусу на основі наявних змін (без проведення лікування) точність прогнозування з використанням алгоритмів машинного навчання була значно вищою, ніж точність оцінки результатів проведеного нехірургічного лікування [41]. Потребує уваги той факт, що для скринінгу та автоматизованої класифікації випадків захворювань пародонта високу ефективність моделей штучного інтелекту можна забезпечити й за використання вихідних даних однієї модальності. Натомість для прогностичних цілей необхідним є залучення наборів даних різної модальності, що сприяє підвищенню точності моделі [2].

Водночас точність автоматизованих моделей скринінгу зростала лише в обмеженому діапазо-

ні при застосуванні різних наборів клінічних та параклінічних даних [42]. Відтак значущість алгоритмів машинного навчання для прогнозування результатів нехірургічного пародонтологічного лікування залишається предметом дискусій. Попри те, що апробовані підходи до опрацювання великих масивів даних характеризуються доведеною ефективністю, обмеженість наявних наборів даних належної якості та уніфікованості суттєво стримує можливість їх практичної імплементації в клінічну практику.

На думку Hashim N. та колег (2026), нове покоління S3 гайдлайнів, які розроблятимуть для пародонтологічної практики, повинно містити чітку рамку щодо доцільності застосування штучного інтелекту у відповідних клінічних ситуаціях. Цілі імплементації цієї технології наразі можна резюмувати таким чином:

- автоматизація аналізу рівня втрати кісткової тканини;
- цифрова реєстрація пародонтологічного статусу (періокартинг);
- формування індивідуалізованих моделей розрахунку ризиків розвитку наслідків та ускладнень;
- діагностична підтримка в разі перимплантаційних порушень;
- підтримка клінічного процесу прийняття рішень;
- інтерпретація даних конусно-променевої комп'ютерної томографії [8].

Дослідники також виокремили специфічні випадки, для яких залучення штучного інтелекту може характеризуватися найбільш очевидною потенційною ефективністю: об'єктивізація рівнів втрати кісткової тканини на початкових стадіях розвитку пародонтиту, забезпечення інтегративності процесу документації, а також складні випадки перимплантаційних патологій, де визначення параметрів конфігурації наявних дефектів значною мірою визначає прогноз лікування, та стратифікація ризику для прогнозування змін на основі мультимодальних вхідних даних [8].

В умовах зростаючої цифровізації у пародонтології слід зазначити, що тип використовуваних даних безпосередньо впливає на успішність цільового результату їх опрацювання. Зокрема, периапікальні рентгенограми та ортопантомограми відрізняються за чутливістю класифікації стадій розвитку пародонтиту, що було продемонстровано у метааналізі Lee J.-E. та колег [43]. Крім того, власне сформульовані підходи й критерії до класифікації, детекції та формування рішень визначають кінцеву точність автоматизованого процесингу цифрових пародонтологічних даних.

Обмеження щодо широкого впровадження технологій штучного інтелекту в пародонтологічну практику є типовими для програмного забезпечення на основі ШІ загалом і пов'язані з недостатньою зовнішньою валідацією доступних діагностичних та прогностичних алгоритмів на відносно малих за обсягом досліджуваних вибірках [44].

Цифрова трансформація у пародонтології повинна керуватися фундаментальними етичними принципами із збереженням анонімності даних пацієнта навіть у випадках їх опрацювання внутрішньоклінічними алгоритмами. При цьому необхідно забезпечити належний рівень прозорості та пояснюваності отриманих результатів, зі збереженням визначального принципу відповідальності лікаря за встановлення діагнозу та вибір конкретної терапевтичної стратегії, незалежно від того, чи сформована вона за підтримки штучного інтелекту [8].

Таким чином, сучасний стан цифровізації пародонтологічної практики характеризується дисбалансом між стрімким розвитком технологічних можливостей та обмеженим рівнем їх клінічної імплементації. Незважаючи на доведений потенціал алгоритмів штучного інтелекту в обробці мультимодальних даних, підвищенні точності діагностики, стратифікації ризиків та прогнозуванні результатів лікування, їх широке впровадження обмежується недостатньою зовнішньою валідацією, гетерогенністю й малим обсягом доступних вибірок, варіабельністю ефективності моделей залежно від модальності вхідної інформації, а також відсутністю уніфікованих протоколів інтеграції в клінічну практику.

Подальший прогрес у цьому напрямі потребує стандартизації підходів до збору та процесингу даних, ініціації багатоцентрих досліджень, а також розробки чітких клінічних рекомендацій щодо застосування цифрових технологій і систем штучного інтелекту. Водночас ключовим залишається забезпечення відповідності їх використання принципам доказової медицини, етичної обґрунтованості, прозорості алгоритмів та збереження провідної ролі клінічного мислення лікаря у процесі прийняття діагностичних і терапевтичних рішень.

Висновки

Цифровізація пародонтологічної практики відкриває нові можливості для інтеграції мультимодальних даних, підвищення точності діагностики та реалізації персоналізованих підходів до лікування, зокрема завдяки застосуванню штучного інтелекту й інтраорального сканування. Проведений аналіз дозволив встановити загальну тен-

денцію до розширення не лише обсягу, а й спектра модальностей вхідних цифрових даних, які потенційно можна застосувати з діагностичною та прогностичною метою в пародонтології.

Цифровізація в структурі пародонтологічної практики характеризується кластерним патерном впровадження з охопленням насамперед діагностичної складової та первинної класифікації клінічних випадків. Це пов'язано як із відповідною статистичною «зрілістю» цільових верифікаційних алгоритмів, так і з досвідом їх інтеграції в структуру відповідного апаратного та програмного забезпечення. Водночас прогностична складова, представлена алгоритмами для опрацювання масивів первинно-цифрових або оцифрованих даних, отриманих під час діагностики пацієнта, досі залишається предметом валідаційних досліджень, кількість яких прогресивно зростає.

Діагностична та прогностична точність програмного забезпечення для встановлення діагнозу, визначення стадії та ступеня пародонтиту, а також для оцінки майбутніх змін пародонтологічного статусу пацієнта характеризується нижчою частотою хибнопозитивних результатів за умови опрацювання мультимодальних наборів даних. До таких комплексів інформації належать матеріали планіметричної рентгенографії, конусно-промене-

вої комп'ютерної томографії, дані електронних медичних і пародонтологічних карт, результати неінвазивного скринінгу стану м'яких тканин, а також показники якісного й кількісного складу мікробіому пародонтальних кишень.

Водночас досі не встановлено, які з цих складових забезпечують найбільшу стабільність архітектури клінічно застосовуваних моделей. Сучасні інтегровані системи переважно функціонують із залученням лише двох-трьох показників (даних рентгенографії та клінічного пародонтологічного обстеження з їх внесенням в електронну пародонтокарту), аналіз яких виконується за ансамблевим та мультишаровим принципами.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Revilla-León, M., Gómez-Polo, M., Barmak, A. B., et al. (2023). Artificial intelligence models for diagnosing gingivitis and periodontal disease: A systematic review. *J Prosthet Dent*, 130(6), 816–824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.01.026>.
2. Polizzi, A., Quinzi, V., Lo Giudice, A., et al. (2024). Accuracy of artificial intelligence models in the prediction of periodontitis: a systematic review. *JDR Clin Trans Res*, 9(4), 312–324. DOI: <https://doi.org/10.1177/23800844241232318>.
3. Zhang, J., Deng, S., Zou, T., et al. (2025). Artificial intelligence models for periodontitis classification: A systematic review. *J Dent*, 156, 105690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105690>.
4. Patil, S., Joda, T., Soffe, B., et al. (2023). Efficacy of artificial intelligence in the detection of periodontal bone loss and classification of periodontal diseases: a systematic review. *J Am Dent Assoc*, 154(9), 795–804. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2023.05.010>.
5. Reddy, M. S. (2026). The future of periodontology: Emerging technologies and conceptual shifts. *J Periodontol*, online ahead of print. DOI: <https://doi.org/10.1002/jper.70079>.
6. Di Spirito, F., Giordano, F., Di Palo, M. P., et al. (2025). Sustainable dental and periodontal practice: A narrative review on the 4R-Framework—Reduce, Reuse, Rethink, Recycle—And waste management rationalization. *Dent J*, 13(9), 392. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj13090392>.
7. Herrera, D., Tonetti, M. S., Chapple, I., et al. (2025). Consensus report of the 20th European workshop on periodontology: contemporary and emerging technologies in periodontal diagnosis. *J Clin Periodontol*, 52, 4–33. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.14152>.
8. Hashim, N. T., Ahmed, A., Abushama, A. A., et al. (2026). Next-Generation S3-Level Clinical Practice Guidelines in Periodontology: Methodology, Current Evidence, and Future Directions. *Dent J*, 14(1), 58. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj14010058>.
9. Youssef, M., Tatakis, D. N., Demko, C., & Schincaglia, G. P. (2025). Knowledge and use of digital technologies in periodontal practices in the United States: A survey study. *J Periodontol*, 96(8), 944–952. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.24-0306>.

10. Bhandary, R., Simha, U., Bhat, A. R., et al. (2025). Digital Innovations in Periodontics: Transforming Periodontal and Implant Health With Advanced Dentistry Technologies. *J Health Allied Sci NU*, 15(4), 439–443. DOI: [https://doi.org/10.25259/JHS-2024-5-32-\(1315\)](https://doi.org/10.25259/JHS-2024-5-32-(1315)).
11. Dipalma, G., Inchingolo, A. M., Inchingolo, F., et al. (2025). The precision paradigm in periodontology: a multilevel framework for tailored diagnosis, treatment, and prevention. *J Pers Med*, 15(9), 440. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm15090440>.
12. Pitchika, V., Büttner, M., & Schwendicke, F. (2024). Artificial intelligence and personalized diagnostics in periodontology: A narrative review. *Periodontol 2000*, 95(1), 220–231. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12586>.
13. Farina, R., Simonelli, A., Trombelli, L., et al. (2025). Emerging applications of digital technologies for periodontal screening, diagnosis and prognosis in the dental setting. *J Clin Periodontol*, 52, 211–245. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.14156>.
14. Peikert, S. A., Mittelhamm, F., Frisch, E., et al. (2020). Use of digital periodontal data to compare periodontal treatment outcomes in a practice-based research network (PBRN): a proof of concept. *BMC Oral Health*, 20(1), 297. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01284-3>.
15. Tan, M., Cui, Z., Li, Y., et al. (2025). PerioAI: A digital system for periodontal disease diagnosis from an intra-oral scan and cone-beam CT image. *Cell Rep Med*, 6(6). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2025.102186>.
16. Chung, H. M., Park, J. Y., Ko, K. A., et al. (2022). Periodontal probing on digital images compared to clinical measurements in periodontitis patients. *Sci Rep*, 12(1), 1616. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04695-6>.
17. Laugisch, O., Auschill, T. M., Heumann, C., et al. (2021). Clinical evaluation of a new electronic periodontal probe: a randomized controlled clinical trial. *Diagnostics*, 12(1), 42. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12010042>.
18. Icen, M., Orhan, K., Şeker, Ç., et al. (2020). Comparison of CBCT with different voxel sizes and intraoral scanner for detection of periodontal defects: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol*, 49(5), 20190197. DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20190197>.
19. Elashiry, M., Meghil, M. M., Arce, R. M., & Cutler, C. W. (2019). From manual periodontal probing to digital 3-D imaging to endoscopic capillaroscopy: Recent advances in periodontal disease diagnosis. *J Periodontol Res*, 54(1), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1111/jre.12585>.
20. Li, W., Xu, T., Zhang, H., Lü, Y., et al. (2025). Digital analysis of periodontal phenotype in the maxillary anterior region. *Clin Adv Periodontics*, online ahead of print. DOI: <https://doi.org/10.1002/cap.10353>.
21. Kaya, S., & Alkan, M. (2025). Diagnostic accuracy of a novel non-invasive digital technique for assessing gingival phenotype: an area under the curve analysis. *BMC Oral Health*, 25(1), 1024. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06390-8>.
22. Li, W., Li, L., Xu, W., et al. (2025). Identification of gingival inflammation surface image features using intraoral scanning and Deep learning. *Int Dent J*, 75(3), 2104–2114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.01.002>.
23. Hassan, M. A., Silva do Amaral, G. C. L., Saraiva, L., et al. (2025). Colorimetric analysis of intraoral scans: A novel approach for detecting gingival inflammation. *J Periodontol*, 96(8), 848–857. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.24-0389>.
24. Jung, K., Ganss, C., Korbmaier-Steiner, H., & Jablonski-Momeni, A. (2026). Planimetric quantification of plaque in patients with multibracket appliances using an intraoral scanner—proof-of-concept. *Clin Oral Investig*, 30(4), 130. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-026-06809-8>.
25. Jung, K., Giese-Kraft, K., Fischer, M., et al. (2022). Visualization of dental plaque with a 3D-intraoral-scanner—A tool for whole mouth planimetry. *PLoS One*, 17(10), e0276686. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276686>.
26. Doi, K., Yoshiga, C., Oue, H., et al. (2024). Comparison of plaque control record measurements obtained using intraoral scanner and direct visualization. *Clin Exp Dent Res*, 10(1), e852. DOI: <https://doi.org/10.1002/cre2.852>.
27. Zhang, J., Huang, Z., Cai, Y., & Luan, Q. (2021). Digital assessment of gingiva morphological changes and related factors after initial periodontal therapy. *J Oral Sci*, 63(1), 59–64. DOI: <https://doi.org/10.2334/josnurd.20-0157>.
28. Fons-Badal, C., Alonso Pérez-Barquero, J., Martínez-Martínez, N., et al. (2020). A novel, fully digital approach to quantifying volume gain after soft tissue graft surgery. A pilot study. *J Clin Periodontol*, 47(5), 614–620. DOI: <https://doi.org/10.2334/10.1111/jcpe.13235>.
29. Goncharuk-Khomyn, M., Krasnokutskyy, O., Boichuk, M., et al. (2023). Spontaneous recession repair after orthodontic treatment: case report with the use of digital approach for quantification of soft tissue changes. *Case Rep Dent*, 2023(1), 1831125. DOI: <https://doi.org/10.1155/2023/1831125>.
30. West, N. E., Wright, M., Daly, S., et al. (2026). Diagnostic accuracy of on-scan assessments compared to clinical assessments using a periodontal probe for detecting gingival recession: A cross-sectional study. *J Dent*, 106504. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ident.2026.106504>.

31. Kuralt, M., & Fidler, A. (2022). Methods and parameters for digital evaluation of gingival recession: a critical review. *J Dent*, 118, 103793. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103793>.
32. Caron, T., Decup, F., Grosogeat, B., & Chacun, D. (2025). The relevance of intraoral scanner (IOS) for periodontal diagnosis: A scoping review. *J Dent*, 160, 105824. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105824>.
33. Nalbantoğlu, A. M., & Yanık, D. (2023). Revisiting the measurement of keratinized gingiva: a cross-sectional study comparing an intraoral scanner with clinical parameters. *J Periodontal Implant Sci*, 53(5), 362. DOI: <https://doi.org/10.5051/jpis.2204320216>.
34. Lee, J. S., Jeon, Y. S., Strauss, F. J., et al. (2020). Digital scanning is more accurate than using a periodontal probe to measure the keratinized tissue width. *Sci Rep*, 10(1), 3665. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60291-0>.
35. Meirelles, L., Siqueira, R., Garaicoa-Pazmino, C., et al. (2020). Quantitative tooth mobility evaluation based on intraoral scanner measurements. *J Periodontol*, 91(2), 202–208. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.19-0282>.
36. Palkovics, D., Mangano, F. G., Nagy, K., & Windisch, P. (2020). Digital three-dimensional visualization of intrabony periodontal defects for regenerative surgical treatment planning. *BMC Oral Health*, 20(1), 351. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01342-w>.
37. Chatzopoulos, G. S., Koidou, V. P., Tsalikis, L., & Kaklamanos, E. G. (2025). Clinical applications of artificial intelligence in periodontology: A scoping review. *Medicina*, 61(6), 1066. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina61061066>.
38. Goncharuk-Khomyn, M. Y., Bohdan, O. M., Boychuk, M. M., Melnyk, L. V. (2024). Algorithms of artificial intelligence for the evaluation of gingival conditions. *Intermed J.*, 2, 15–23. [Гончарук-Хомин М. Ю., Богдан О. М., Бойчук М. М., Мельник Л. В. (2024). Алгоритми штучного інтелекту для оцінки стану ясен. *Intermedical journal*, (2), 15–23]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2024-2-3>.
39. Goncharuk-Khomyn, M. Y., Tarasovska, Y. Y., Konko, Y. V., Cherkashyn, O. O. Analysis of artificial intelligence and machine learning models' effectiveness in regards to bone loss verification as a criterion for assessing the state of periodontal tissues based on orthopantomography data. *Intermed J.*, 2, 37–43. [Гончарук-Хомин М. Ю., Тарасовська У. Є., Конько Ю. В., Черкашин О. О. (2025). Аналіз ефективності моделей штучного інтелекту та машинного навчання для верифікації втрати кісткової тканини як критерію оцінки стану тканин пародонта за даними ортопантомографії. *Intermedical journal*, (2), 37–43]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-2-7>.
40. Al-Sharqi, A. J., Baban, M. T. A., Imran, N. K., et al. (2025). Comparison of Supervised Machine Learning Models to Logistic Regression Model Using Tooth-Related Factors to Predict the Outcome of Nonsurgical Periodontal Treatment. *Diagnostics*, 15(18), 2333. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics15182333>.
41. Montero, E., Sánchez, N., Sanz-Sánchez, I., et al. (2025). Emerging Technologies and Algorithms for Periodontal Screening and Risk of Disease Progression in Non-Dental Settings: A Scoping Review. *J Clin Periodontol*, 52, 246–291. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.14168>.
42. Tao, L. R., Li, Y., Wu, X. Y., et al. (2026). Deep learning photo processing for periodontitis screening. *J Dent Res*, 105(2), 226–235. DOI: <https://doi.org/10.1177/00220345251347508>.
43. Lee, J. E., Choi, E., & Park, J. B. (2025). Radiographic diagnosis of periodontitis using artificial intelligence: a meta-analysis comparing binary and staging classifications across imaging modalities. *BMC Oral Health*, 25(1), 1921. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07171-z>.
44. Zhu, Z. X., Furquim, C. P., & Teles, F. (2026). Artificial Intelligence Applications in Periodontology: Enhancing Diagnosis, Monitoring, and Treatment in Clinical Practice. *Dent Clin North Am*, 70(2): 445–469. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2025.11.014>.

Digitalization Trends in Periodontal Practice: An Analysis of Modern Concepts and Clinical Implementation

Shekera, O., Palchykov, A., Goncharuk-Khomyn, M.

Uzhhorod National University

Background. The capabilities of modern computational algorithms integrated into dedicated software solutions—whether standalone or coupled with specific hardware components such as intraoral scanners, cone-beam computed tomography, and automated periodontal diagnostic systems—are transforming the paradigms of digital technology implementation in periodontal practice.

Objective. To analyze current digitalization trends in periodontal practice, with a focus on modern concepts of big data processing and the individualization of comprehensive diagnostic and treatment approaches.

Materials and Methods. Dedicated search for relevant publications was conducted within the PubMed/MEDLINE and Scopus databases, as well as using the Google Scholar search engine, applying Boolean operators (AND, OR, NOT) and combinations of relevant keywords. During the process of content analysis with corresponding results' structuring and grouping, all selected sources were categorized into the following analytical domains: level of actual clinical integration of digital technologies; role of artificial intelligence algorithms in periodontal-oriented diagnosis and prediction; multimodal data integration as a key trend in digitalization; barriers to implementation, prospects for development, and translation of digitalization into clinical periodontal practice.

Results. The current state of digitalization in periodontal practice is characterized by an imbalance between the rapid development of technological capabilities and the limited level of their clinical implementation. Despite the proven potential of artificial intelligence algorithms for processing multimodal data, improving diagnostic accuracy, risk stratification, and treatment outcome prediction in periodontology, their widespread implementation is limited by insufficient external validation, the heterogeneity and limited size of available datasets, variability in model performance depending on input data modalities, and the lack of standardized protocols for integration into clinical practice.

Conclusions. Digitalization in periodontal practice is characterized by a cluster pattern of implementation, primarily covering the diagnostic component and the initial classification of clinical cases. This is associated with both the statistical "maturity" of verification algorithms and the experience of their integration into relevant hardware and software systems. At the same time, the prognostic component, represented by algorithms for processing primary digital or digitized data obtained during patient diagnostics, remains the subject of ongoing validation studies, the number of which is steadily increasing.

Keywords: *periodontology; digital dentistry; digitalization; clinical practice; artificial intelligence; patient-centered care; evidence-based medicine.*

Стаття: надійшла до редакції 03.03.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 25.05.2026 р.

Шекера Оксана Олегівна

кандидат медичних наук, доцент,
докторант ННІ стоматології
та лабораторної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний
університет», м. Ужгород, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-3584-1024>

Пальчиков Анатолій Володимирович

кандидат медичних наук,
докторант ННІ стоматології та
лабораторної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний
університет», м. Ужгород, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-5565-6224>

Гончарук-Хомин Мирослав Юрійович

PhD, доктор філософії, доцент,
доцент кафедри терапевтичної стоматології
ННІ стоматології та лабораторної медицини
ДВНЗ «Ужгородський національний
університет», м. Ужгород, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-7482-3881>

DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2026-2-ORSR-1>

УДК 616.314+616.724]-071.1-035-036.82-058]:001.53(=161.2)(045)

*Валентин Макєєв, Марта Шибінська**ДНП «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна*

Анкети OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD, OHIP-5, їхні українські версії та порівняльна оцінка соціального та діагностичного значення у визначенні скронево-нижньощелепних розладів

Актуальність. Скронево-нижньощелепні розлади (СНР) належать до найбільш поширених і водночас складних патологій зубощелепної системи, що за різними оцінками вражають приблизно 35 % населення світу. Актуальність цієї проблеми визначається не лише наявністю фізичного болю та функціональних порушень, але й її вираженими біопсихосоціальними наслідками. Хронічний біль, пов'язаний із СНР, часто супроводжується супутніми станами, зокрема депресією, порушеннями сну, тинітусом і синдромом хронічної втоми. Відсутність фахово перекладених на українську мову версій міжнародно визнаних опитувальників серії Oral Health Impact Profile (OHIP) обмежує можливості ранньої діагностики та об'єктивного моніторингу ефективності терапії. Таким чином, адаптація та порівняльний аналіз різних форм опитувальників OHIP є стратегічно важливим завданням для вітчизняної стоматологічної практики.

Мета. Наукове обґрунтування та представлення фахового українського перекладу серії опитувальників «Профіль впливу стоматологічного здоров'я» (OHIP) у різних модифікаціях — від повної форми OHIP-49 до ультракороткої OHIP-5 та OHIP-14, а також спеціалізованої версії OHIP-TMD. Дослідження спрямоване на проведення комплексного порівняльного аналізу адекватності, об'єктивності та діагностичної цінності цих інструментів у контексті виявлення та моніторингу СНР.

Матеріали і методи. Проведено критичний огляд 128 джерел науково-медичної інформації, індексованих у провідних міжнародних базах даних: Web of Science, Google Scholar, та Index Copernicus. З них відібрано 47 публікацій, що стосуються теми дослідження.

Результати. Глобальна поширеність СНР становить близько 35 %, при цьому жінки віком 20–40 років є найбільш вразливою групою. Дослідження OPERA продемонструвало, що щорічна частота виникнення нових випадків больового СНР серед дорослих 18–44 років становить 4 %, але кількість осіб, що повідомляють про доклінічні симптоми, сягає 19 %. Така значна розбіжність між клінічно підтвердженим діагнозом за критеріями DC/TMD та суб'єктивним відчуттям болю пацієнтом створює «сіру зону» в діагностиці, де опитувальники якості життя стають незамінними.

Висновки. Порівняльний аналіз підтверджує, що для глибоких клінічних та академічних досліджень найбільш доцільним є застосування OHIP-49 або спеціалізованої форми OHIP-TMD, які мають найвищу чутливість до специфічних симптомів суглобової дисфункції. OHIP-14 та OHIP-5 є оптимальними інструментами для амбулаторної практики завдяки високій кореляції з повною версією при мінімальних витратах часу, що забезпечує високу готовність до співпраці з боку пацієнтів. Впровадження цих опитувальників у клінічну практику сприятиме реалізації біопсихосоціального підходу в стоматології, покращенню ранньої діагностики СНР та підвищенню ефективності моніторингу результатів лікування.

Ключові слова: скронево-нижньощелепні розлади, діагностика, OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD, OHIP-5, українська версія.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Захворювання скронево-нижньощелепного суглоба (СНЩС), або скронево-нижньощелепні розлади (СНР) — це узагальнюючий термін для групи м'язово-скелетних розладів, що супроводжуються болем та/або дисфункцією жувальних м'язів, СНЩС та пов'язаних структур [1, 2].

Хоча СНР визначаються болем і дисфункцією в орофациальній області, поширеними супутніми болючими та безболісними станами є: головні болі, фіброміалгія, синдром подразненого кишечника, тинітус, синдром хронічної втоми, депресія та порушення сну [3–6]. Як і при багатьох видах хронічного болю, останні дослідження підтверджують біопсихосоціальний характер болючих СНР (міалгія та/або артралгія) та їх взаємозв'язок із загальним здоров'ям [7].

Окрім того, що біль при СНР є найпоширенішим типом неондонтогенного орофациального болю, він є головним стимулом для звернення по медичну допомогу [8, 9], суттєво збільшує витрати на охорону здоров'я [10, 11] і знижує якість життя [12]. Шляхи надання допомоги, які підтримують ранню діагностику та лікування, ймовірно, покращують прогноз, якість життя та зменшують витрати на медичну допомогу для пацієнтів із СНР [10, 13, 14].

Велике проспективне когортне дослідження у США (дослідження OPFERA) показало, що щороку 4 % дорослих віком 18–44 роки, які раніше не мали СНР, розвивають клінічно підтверджену першу епізодичну болючість СНР, при цьому щорічна частота збільшується з віком (18–25 років — 2,5 %; 25–34 роки — 3,7 %; 35–44 роки — 4,5 %) [7].

Загалом, 19 % дорослих щороку повідомляли про перший епізод болю «СНР-симптом» (тобто орофациальний біль щонайменше 5 днів на місяць протягом одного або більше місяців). Однак більшість таких епізодів не вважалися доклінічними симптомами, оскільки учасники не відповідали Дослідницьким діагностичним критеріям для СНР (RDC/TMD) щодо міалгії та/або артралгії під час клінічного огляду [15].

У великому популяційному дослідженні серед підлітків віком 11–14 років щорічна частота клінічно підтвердженого болючого СНР становила 2 %, при цьому ще 10 % мали симптоми болю в обличчі, які не відповідали критеріям RDC/TMD для діагнозу болючої TMD (міалгія та/або артралгія) [16].

Інше дослідження підлітків віком 12–19 років повідомляло про 3 % щорічну частоту болючого СНР [17]. На відміну від дорослих, молоді підліткові дівчата мали вищий ризик розвитку ново-

го болючого СНР (OR = 2,0, 95 % CI 1,2–2,3) [16]. У підлітків віком 12–19 років частота була вищою у дівчаток, особливо з віком [17].

Велике популяційне дослідження із використанням RDC/TMD оцінило, що поширеність болючого СНР (міалгія та/або артралгія) серед дорослих віком 20–49 років становить 36 % [18].

Орієнтовна поширеність дегенеративного ураження суглоба при СНР, що також пов'язане з шумами СНЩС, становить 17 %. Варто зазначити, що внутрішні порушення (DD) СНЩС, передбачувана причина «кляцання» СНЩС, може бути нормальним анатомічним варіантом положення диска, оскільки його висока поширеність спостерігається серед асимптомних осіб [19].

Метааналіз неклінічних досліджень оцінив, що потреба в лікуванні СНР у дорослих становить 16 %, при цьому вищі значення спостерігалися у старших за віком осіб (≥ 46 років) та там, де потреба оцінювалась клінічно (а не сприймалась учасниками) [20].

Отже, скронево-нижньощелепні розлади (СНР) — це різнорідна група м'язово-скелетних станів, що уражають скронево-нижньощелепні суглоби, жувальні м'язи та пов'язані з ними структури [21]. Вони є серйозною проблемою громадського здоров'я з глобальною поширеністю близько 35 % і часто пов'язані з іншими хронічними больовими станами [21, 22]. Жінки віком 20–40 років особливо вразливі до СНР [23, 24].

Крім статі, гормональних та вікових чинників, на розвиток СНР також впливають генетика, травми, оральні звички та оклюзійні патології, порушення сну, соматичні симптоми та психологічний стрес [24–26].

Основні симптоми СНР включають: біль у суглобі та жувальних м'язах, біль голови, кляцання у СНЩС, блокування нижньої щелепи у відкритому або закритому положенні [26, 27]. Діагностичні критерії DC/TMD класифікують стани та симптоми на три категорії: внутрішньосуглобові (ID), больові (PT) та комбіновані (CT) [27, 28]. Доведено, що СНР суттєво погіршують загальний стан здоров'я [29–31], тоді як лікування (психологічне або оклюзійними апаратами) покращує якість життя пацієнтів [32].

Одним із найпоширеніших інструментів у дослідженнях СНР є OHIP-14 [29–31, 35, 36]. Проте як загальний інструмент він не враховує специфічні симптоми [33–36].

Для усунення цих недоліків Durham та співавтори [36, 37] розробили OHIP-TMD — спеціальний інструмент на 22 питання.

Проте факторний аналіз показав, що реальна структура OHIP складається з чотирьох вимірів:

«оральна функція», «орофаціальний біль», «орофаціальна естетика» та «психосоціальний вплив» [34, 38, 39], які були підтверджені подальшим аналізом [34–40].

Через сильні кореляції OHIP-49, OHIP-14 та OHIP-5 було рекомендовано застосовувати OHIP-5 у всіх нових дослідженнях [34–41].

В українських джерелах науково-медичної інформації нами не знайдено публікацій щодо представлення опитувальників OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD та OHIP-5 у фаховому перекладі українською мовою, що знижує можливості їх застосування в Україні, а їх застосування згадується тільки в окремих наукових публікаціях [42, 43, 44].

Мета. На підставі аналізу наукових публікацій здійснити порівняльний аналіз адекватності та об'єктивності опитувальників OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD та OHIP-5, а також забезпечити їх фаховий переклад українською мовою.

Методи дослідження

Опрацьовано 128 джерел науково-медичної інформації за темою дослідження, індексованих у науково-медичних базах Web of Science, Google Scholar, Index Copernicus. Відібрано 47 інформаційних джерел, які стосувалися опитувальників OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD та OHIP-5.

На підставі аналізу джерел науково-медичної інформації представлено їх порівняльний аналіз та здійснено фаховий переклад вказаних опитувальників українською мовою.

Результати дослідження та їх обговорення

Протокол OHIP-49 та його спеціалізовані модифікації OHIP-14 та OHIP-TMD призначені для комплексного дослідження суб'єктивного стану пацієнтів із розладами СНЩС.

Повна форма OHIP-49 (49 пунктів)

Оцініть, чи виникали у вас наступні проблеми через стан зубів, порожнини рота або щелеп протягом останнього місяця.

№	Домен та запитання	4	3	2	1	0
1. Обмеження функцій (Functional Limitation)						
1	Важко жувати будь-яку їжу?	☐	☐	☐	☐	☐
2	Труднощі з вимовою деяких слів?	☐	☐	☐	☐	☐
3	Помічали зуб, який виглядає «неправильно»?	☐	☐	☐	☐	☐
4	Ваш зовнішній вигляд погіршився через стан зубів/щелеп?	☐	☐	☐	☐	☐
5	Чи відчували ви несвіжий подих?	☐	☐	☐	☐	☐
6	Чи відчували ви, що смак їжі погіршився?	☐	☐	☐	☐	☐
7	Чи застрягає їжа в зубах/щелепах?	☐	☐	☐	☐	☐
8	Чи погіршилося ваше травлення?	☐	☐	☐	☐	☐
9	Чи відчували ви, що протези (якщо є) погано прилягають?	☐	☐	☐	☐	☐
2. Фізичний біль (Physical Pain)						
10	Чи відчували ви болісне ниття (ниючий біль)?	☐	☐	☐	☐	☐
11	Чи боліла у вас щелепа?	☐	☐	☐	☐	☐
12	Чи страждали ви на головні болі?	☐	☐	☐	☐	☐
13	Чи відчували ви підвищену чутливість зубів?	☐	☐	☐	☐	☐
14	Чи був у вас зубний біль?	☐	☐	☐	☐	☐
15	Чи боліли у вас ясна?	☐	☐	☐	☐	☐
16	Чи було вам некомфортно їсти будь-яку їжу?	☐	☐	☐	☐	☐
17	Чи з'являлися болісні ділянки (натертості) у роті?	☐	☐	☐	☐	☐
18	Чи були ваші протези незручними (якщо є)?	☐	☐	☐	☐	☐
3. Психологічний дискомфорт (Psychological Discomfort)						
19	Чи відчували ви занепокоєння через стан рота/щелеп?	☐	☐	☐	☐	☐
20	Чи почувалися ви сором'язливо?	☐	☐	☐	☐	☐
21	Чи почувалися ви нещасними через стан порожнини рота?	☐	☐	☐	☐	☐

22	Чи відчували дискомфорт через свій зовнішній вигляд?	☐	☐	☐	☐	☐
23	Чи відчували ви напруження?	☐	☐	☐	☐	☐
4. Фізична непрацездатність (Physical Disability)						
24	Ваша мова стала нечіткою?	☐	☐	☐	☐	☐
25	Чи відчували ви, що оточуючі вас не розуміють?	☐	☐	☐	☐	☐
26	Чи відчували ви менше смаку в їжі?	☐	☐	☐	☐	☐
27	Чи було вам важко чистити зуби?	☐	☐	☐	☐	☐
28	Чи доводилося вам уникати вживання деяких продуктів?	☐	☐	☐	☐	☐
29	Чи була ваша дієта незадовільною?	☐	☐	☐	☐	☐
30	Чи було важко їсти через проблеми з протезами (якщо є)?	☐	☐	☐	☐	☐
31	Чи доводилося вам уникати посмішок?	☐	☐	☐	☐	☐
32	Чи доводилося вам переривати прийом їжі?	☐	☐	☐	☐	☐
5. Психологічна непрацездатність (Psychological Disability)						
33	Чи був ваш сон порушений?	☐	☐	☐	☐	☐
34	Чи почувалися ви засмученими?	☐	☐	☐	☐	☐
35	Чи було вам важко розслабитися?	☐	☐	☐	☐	☐
36	Чи відчували ви ознаки депресії?	☐	☐	☐	☐	☐
37	Чи погіршилася ваша здатність концентруватися?	☐	☐	☐	☐	☐
38	Чи почували ви ніяковість (було ніяково)?	☐	☐	☐	☐	☐
6. Соціальна непрацездатність (Social Disability)						
39	Чи доводилося вам уникати виходів «у люди» (соціальних контактів)?	☐	☐	☐	☐	☐
40	Чи стали ви менш толерантними до інших людей?	☐	☐	☐	☐	☐
41	Чи виникали у вас труднощі у спілкуванні з іншими?	☐	☐	☐	☐	☐
42	Чи були ви дратівливими з оточуючими?	☐	☐	☐	☐	☐
43	Чи виникали труднощі при виконанні звичної роботи?	☐	☐	☐	☐	☐
7. Обмеження можливостей (Handicap)						
44	Чи відчували ви, що ваше здоров'я в цілому погіршилося?	☐	☐	☐	☐	☐
45	Чи зазнали ви фінансових втрат через ці проблеми?	☐	☐	☐	☐	☐
46	Чи відчували ви нездатність насолоджуватися компанією людей?	☐	☐	☐	☐	☐
47	Чи відчували ви, що життя стало менш задовільним?	☐	☐	☐	☐	☐
48	Чи відчували ви повну нездатність нормально функціонувати?	☐	☐	☐	☐	☐
49	Чи відчували ви нездатність працювати на повну силу?	☐	☐	☐	☐	☐

Варіанти відповідей: 4 — дуже часто, 3 — часто, 2 — часом, 1 — майже ніколи, 0 — ніколи.

Шкала: 0–4 (0 = ніколи, 4 = дуже часто)

Максимальний бал: 196

Діапазони та розшифрування результатів:

- 0–49 → *Мінімальний вплив.* Пацієнт майже не відчуває жодного негативного ефекту від стану ротової порожнини. Фізичні, психологічні та соціальні аспекти майже не страждають. Жування, мова, усмішка, настрої — практично без обмежень.
- 50–98 → *Помірний вплив.* Пацієнт іноді відчуває дискомфорт. Може виникати біль під час їди, легкі проблеми з естетикою або сором'язливість при усмішці. Психологічний або соціальний вплив незначний, але помітний у деяких ситуаціях.
- 99–196 → *Виражений вплив.* Пацієнт регулярно відчуває біль, фізичні та соціальні обмеження. Може уникати певної їжі, соромитися спілкування, мати значний психологічний стрес.

Коротка форма ОНІР-14 (14 пунктів)

Оцініть, чи виникали у вас такі проблеми через стан зубів, порожнини рота або щелеп протягом останнього місяця.

№	Запитання	4	3	2	1	0
1	Труднощі з вимовою слів?	☐	☐	☐	☐	☐
2	Погіршення смакових відчуттів?	☐	☐	☐	☐	☐
3	Ниючий біль у роті?	☐	☐	☐	☐	☐
4	Дискомфорт при вживанні їжі?	☐	☐	☐	☐	☐

5	Відчуття ніяковості/сором'язливості?	☐	☐	☐	☐	☐
6	Відчуття напруження?	☐	☐	☐	☐	☐
7	Незадовільна дієта?	☐	☐	☐	☐	☐
8	Переривання прийому їжі?	☐	☐	☐	☐	☐
9	Важко розслабитися?	☐	☐	☐	☐	☐
10	Почуття розгубленості/сорому?	☐	☐	☐	☐	☐
11	Дратівливість з оточуючими?	☐	☐	☐	☐	☐
12	Труднощі у повсякденних справах?	☐	☐	☐	☐	☐
13	Життя в цілому менш задовільне?	☐	☐	☐	☐	☐
14	Повна нездатність функціонувати?	☐	☐	☐	☐	☐

Для швидкого скринінгу та порівняння з загальними стоматологічними даними.

Варіанти відповідей: 4 — дуже часто, 3 — часто, 2 — часом, 1 — майже ніколи, 0 — ніколи.

Шкала: 0–4 (0 = ніколи, 4 = дуже часто)

Максимальний бал: 56

Діапазони та розшифрування результатів:

- 0–14 → *Мінімальний вплив.* Пацієнт майже не відчуває дискомфорту. Жування, мова, усмішка, психологічний та соціальний стан практично без обмежень.

- 15–28 → *Помірний вплив.* Іноді виникають біль або дискомфорт. Можливі легкі психологічні чи соціальні обмеження, наприклад сором'язливість при усмішці або невеликий дискомфорт під час їди. Потреба у лікуванні або корекції помірною.

- 29–56 → *Виражений вплив.* Пацієнт регулярно відчуває біль або дискомфорт. Виникають помітні соціальні та психологічні обмеження. Стан ротової порожнини значно погіршує якість життя.

Спеціалізований опитувальник OHIP-TMD (22 пункти)

Цей блок є найбільш чутливим для пацієнтів із розладами СНЩС. Будь ласка, вкажіть, чи відчували ви такі симптоми протягом останнього місяця.

№	Питання щодо якості життя та функцій	4	3	2	1	0
1	Чи виникали у вас труднощі при жуванні будь-якої їжі?	☐	☐	☐	☐	☐
2	Чи виникали у вас труднощі при відкриванні або закриванні рота?	☐	☐	☐	☐	☐
3	Чи відчували ви болісне ниття (ниючий біль) у роті?	☐	☐	☐	☐	☐
4	Чи відчували ви біль у щелепі?	☐	☐	☐	☐	☐
5	Чи страждали ви на головні болі?	☐	☐	☐	☐	☐
6	Чи відчували ви дискомфорт під час прийому їжі?	☐	☐	☐	☐	☐
7	Чи відчували ви біль під час розмови через проблеми з щелепою чи зубами?	☐	☐	☐	☐	☐
8	Чи викликали у вас занепокоєння (проблеми) з зубами або щелепою?	☐	☐	☐	☐	☐
9	Чи відчували ви ніяковість або сором'язливість через стан ротової порожнини?	☐	☐	☐	☐	☐
10	Чи почувалися ви пригнічено через проблеми з щелепою чи зубами?	☐	☐	☐	☐	☐
11	Чи відчували ви напруження через наявні проблеми?	☐	☐	☐	☐	☐
12	Чи доводилося вам уникати вживання деяких продуктів?	☐	☐	☐	☐	☐
13	Чи доводилося вам переривати прийом їжі через дискомфорт?	☐	☐	☐	☐	☐
14	Чи був ваш сон порушений через ці проблеми?	☐	☐	☐	☐	☐
15	Чи почувалися ви засмученими?	☐	☐	☐	☐	☐
16	Чи було вам важко розслабитися?	☐	☐	☐	☐	☐
17	Чи відчували ви ознаки депресії через стан порожнини рота?	☐	☐	☐	☐	☐
18	Чи помічали ви, що ваша здатність концентруватися погіршилася?	☐	☐	☐	☐	☐
19	Чи були ви дещо дратівливими у спілкуванні з іншими людьми?	☐	☐	☐	☐	☐
20	Чи виникали у вас труднощі при виконанні звичної роботи?	☐	☐	☐	☐	☐
21	Чи відчували ви, що життя в цілому стало менш задовільним?	☐	☐	☐	☐	☐
22	Чи відчували ви нездатність працювати на повну силу?	☐	☐	☐	☐	☐

Варіанти відповідей: 4 — дуже часто, 3 — часто, 2 — часом, 1 — майже ніколи, 0 — ніколи.

Шкала: 0–4 (0 = ніколи, 4 = дуже часто)

Кількість питань: 22

Максимальний бал: 88

Діапазони та розшифрування результатів:

- 0–22 → *Низький вплив*. Практично немає дискомфорту. Фізичні, психологічні та соціальні аспекти майже не страждають.
- 23–44 → *Помірний вплив*. Пацієнт іноді відчуває біль, психологічний дискомфорт або легкі соціальні обмеження. Може потребувати лікування або контролю.
- 45–66 → *Значний вплив*. Постійний або частий дискомфорт, обмеження в харчуванні, мовленні, спілкуванні. Якість життя помітно погіршена.
- 67–88 → *Дуже високий вплив*. Постійний сильний біль або дискомфорт. Виражені соціальні, психологічні та фізичні обмеження. Пацієнту потрібне термінове або активне лікування для покращення якості життя.

Науково-практичний опитувальний ОНІР-5

Прізвище, ім'я, по батькові пацієнта: _____

Вік: _____ Стать: М / Ж Дата заповнення: «_____» _____ 20____ р.

Інструкція для пацієнта:

Нижче наведено запитання про те, як стан Ваших зубів, порожнини рота або зубних протезів впливав на Ваше повсякденне життя протягом останнього місяця. Будь ласка, поставте позначку «х» у тій графі, яка найбільш точно відображає Ваш досвід.

№	Запитання	Ніколи (0)	Майже ніколи (1)	Часом (2)	Досить часто (3)	Дуже часто (4)
1	Чи виникали у Вас труднощі при жуванні будь-якої їжі через проблеми з Вашими зубами, порожниною рота або протезами?					
2	Чи відчували Ви ниючий біль у порожнині рота?					
3	Чи відчували Ви дискомфорт через зовнішній вигляд Ваших зубів, порожнини рота або протезів?					
4	Чи відчували Ви, що смак їжі став гіршим через проблеми з Вашими зубами, порожниною рота або протезами?					
5	Чи виникали у Вас труднощі під час виконання Вашої звичної роботи або повсякденних справ через проблеми з Вашими зубами, порожниною рота або протезами?					

Оцінювання відповідей здійснюється за 5-бальною шкалою Лайкерта, де бали розподіляються від 0 до 4.

Варіант відповіді	Бали	Опис частоти впливу
Ніколи (Never)	0	Відсутність будь-якого негативного впливу.
Майже ніколи (Hardly ever)	1	Епізодичні випадки, що не впливають на загальний стан.
Часом (Occasionally)	2	Періодичне виникнення дискомфорту.
Досить часто (Fairly often)	3	Регулярний негативний вплив на життєдіяльність.
Дуже часто (Very often)	4	Постійний дискомфорт, що значно погіршує якість життя.

Розрахунок сумарного бала та рівні порушення

Сумарний бал ОНІР-5 варіюється від 0 до 20.

- 0–2 бали (*низький рівень*): Стоматологічне здоров'я практично не впливає на якість життя.
- 3–8 балів (*помірний рівень*): Наявні виражені проблеми в окремих доменах (наприклад, біль або естетичний дискомфорт).
- 9–20 балів (*високий рівень*): Критичне зниження якості життя, що потребує комплексного стоматологічного втручання та, можливо, психологічної підтримки.

**Порівняльна оцінка функціональності
опитувальників OHIP-49, OHIP-14 та OHIP-5**

Показник	OHIP-49	OHIP-14	OHIP-5
Кількість запитань	49	14	5
Теоретична основа	Модель Локера (7 доменів)	Модель Локера (7 доменів)	4 Виміри OHRQoL
Час заповнення (хв)	10–15	3–5	< 1
Кореляція з повною версією	1,00	0,91–0,98	0,90
Основна сфера застосування	Академічні дослідження	Клінічні дослідження	Загальна практика, скринінг

Структурний аналіз пунктів української версії OHIP-5

Кожен пункт OHIP-5 відповідає конкретному виміру OHRQoL та має власну діагностичну цінність [46].

- Питання 1: Труднощі при жуванні (Жувальна функція). Відображає вимір «Оральна функція». Це найбільш фундаментальний показник стоматологічного здоров'я. Труднощі при жуванні корелюють із втратою зубів, наявністю каріозних порожнин та незадовільною фіксацією протезів [45].

- Питання 2: Ниючий біль (Орофациальний біль). Відображає вимір «Орофациальний біль». Біль є головним драйвером звернення за медичною допомогою. У дослідженні OHIP-5 саме цей пункт часто має найвищу поширеність серед пацієнтів стоматологічних клінік [39].

- Питання 3: Дискомфорт через зовнішній вигляд (Естетика). Відображає вимір «Орофациальний вигляд» (орофациальна естетика). Цей пункт оцінює психологічний дискомфорт, пов'язаний з естетикою зубів, що є критичним для самооцінки пацієнта та його соціальної активності [46].

- Питання 4: Погіршення смаку (Сенсорна функція). Також відноситься до виміру «Оральна функція», але з акцентом на сенсорні аспекти. Часто цей симптом спостерігається у пацієнтів із повними знімними протезами, що перекривають піднебіння, або при захворюваннях слизової оболонки [39].

- Питання 5: Труднощі у роботі (Психосоціальний вплив). Відображає вимір «Психосоціальний вплив». Це інтегральний показник, що вказує на

нездатність пацієнта повноцінно функціонувати в суспільстві через стоматологічні проблеми. Він демонструє вищий рівень дезадаптації порівняно з просто болем [46].

Таким чином, представлено опитувальники OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD та OHIP-5 у їхньому фаховому українському перекладі, а на основі аналізу джерел науково-медичної інформації здійснено їхню порівняльну оцінку щодо можливостей доклінічної діагностики та оцінки стану пацієнтів із скронево-нижньощелепними розладами.

Висновки

Уперше представлено фаховий український переклад оригінальних англійських анкет-опитувальників OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD та OHIP-5. Ці інструменти широко застосовуються в міжнародних соціологічних і клініко-діагностичних дослідженнях для визначення поширеності скронево-нижньощелепних розладів (СНР), проте досі були малозадіяні в Україні, попри їх високу діагностичну цінність, підтверджену численними науковими працями.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. American Academy of Orofacial Pain. (1996). *Guidelines for assessment, diagnosis, and management*. Quintessence Publishing.
2. List, T. & Jensen, R. H. (2017). Temporomandibular disorders: Old ideas and new concepts. *Cephalalgia*, 37, 692–704. DOI: <https://doi.org/10.1177/0333102416686302>.
3. Hoffmann, R. G. et al. (2011). Temporomandibular disorders and associated clinical comorbidities. *Clin J Pain*, 27, 268–274. DOI: <https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e31820215f5>.

4. Aaron, L. A., Burke, M. M. & Buchwald, D. (2000). Overlapping conditions among patients with chronic fatigue syndrome, fibromyalgia, and temporomandibular disorder. *Arch Intern Med*, 160, 221–227. DOI: <https://doi.org/10.1001/archinte.160.2.221>.
5. Maixner, W., Fillingim, R. B., Williams, D. A., Smith, S. B. & Slade, G. D. (2016). Overlapping Chronic Pain Conditions: Implications for Diagnosis and Classification. *J Pain*, 17, 93–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2016.06.002>.
6. Bair E et al. (2013). Multivariable modeling of phenotypic risk factors for first-onset TMD: the OPPERA prospective cohort study. *J Pain*, 14, 102–115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.09.003>.
7. Slade, G. D. et al. (2013). Summary of findings from the OPPERA prospective cohort study of incidence of first-onset temporomandibular disorder: implications and future directions. *J Pain*, 14, 116–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2013.09.010>.
8. List, T., Wahlgund, K., Wenneberg, B. & Dworkin, S. F. (1999). TMD in children and adolescents: Prevalence of pain, gender differences, and perceived treatment need. *J Orofac Pain*, 13, 9–20. PMID: 10425964.
9. De Kanter RJAM et al. (1993). Prevalence in the Dutch Adult Population and a Meta-analysis of Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorder. *J Dent Res*, 72, 1509–1518. DOI: <https://doi.org/10.1177/00220345930720110901>.
10. Durham, J. et al. (2016). Healthcare Cost and Impact of Persistent Orofacial Pain. *J Dent Res*, 95, 1147–1154. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034516648088>.
11. White, B. A., Williams, L. A. & Leben, J. R. (2001). Health care utilization and cost among health maintenance organization members with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain*, 15(2), 158–169. PMID: 11443827.
12. Dahlstrom, L. & Carlsson, G. E. (2010). Temporomandibular disorders and oral health-related quality of life. A systematic review. *Acta Odontol Scand*, 68, 80–85. DOI: <https://doi.org/10.3109/00016350903431118>.
13. Durham, J. et al. (2014). Developing Effective and Efficient care pathways in chronic Pain: DEEP study protocol. *BMC Oral Health*, 14, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-6>.
14. Durham, J., Steele, J. G., Wassell, R. W. & Exley, C. (2010). Living with uncertainty: Temporomandibular disorders. *J Dent Res*, 89, 827–830. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034510368648>.
15. Slade, G. D. et al. (2023). Preclinical episodes of orofacial pain symptoms and their association with health care behaviors in the OPPERA prospective cohort study. *J Pain*, 154, 750–760. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.01.014>.
16. Le Resche, L., Mancl, L. A., Drangsholt, M. T., Huang, G. & Korff, M. Von. (2007). Predictors of onset of facial pain and temporomandibular disorders in early adolescence. *J Pain*, 129, 269–278. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.10.012>.
17. Nilsson, I.-M. (2007). Reliability, validity, incidence and impact of temporomandibular pain disorders in adolescents. *Swedish Dent J*, 183, 7–86. PMID: 17506471.
18. Progiante, P. et al. (2015). Prevalence of Temporomandibular Disorders in an Adult Brazilian Community Population Using the Research Diagnostic Criteria (Axes I and II) for Temporomandibular Disorders (The Maringá Study). *Int J Prosthodont*, 28, 600–609. DOI: <https://doi.org/10.11607/ijp.4026>.
19. Türp, J. C., Schlenker, A., Schröder, J., Essig, M. & Schmitter, M. (2016). Disk displacement, eccentric condylar position, osteoarthritis—misnomers for variations of normality? Results and interpretations from an MRI study in two age cohorts. *BMC Oral Health*, 16, 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-016-0319-4>.
20. Al-Jundi, M. A., John, M. T., Setz, J. M., Szentpétery, A. & Kuss, O. (2008). Meta-analysis of treatment need for temporomandibular disorders in adult nonpatients. *Heal Serv Needs Demand*, 22, 97–107. PMID: 18548838.
21. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Health and Medicine Division, Board on Health Care Services, Board on Health Sciences Policy, & Committee on Temporomandibular Disorders (TMDs). (2020). *Temporomandibular disorders: Priorities for research and care*. O. Yost, C. T. Liverman, R. English, S. Mackey, & E. C. Bond (Eds.). National Academies Press.
22. Zieliński, G., Pająk-Zielińska, B. and Ginszt, M. (2024). A Meta-Analysis of the Global Prevalence of Temporomandibular Disorders. *J Clin Med*, 13(5), 1365. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm13051365>.
23. Bueno, C. H., Pereira, D. D., Pattussi, M. P., Grossi, P. K., & Grossi, M. L. (2018). Gender Differences in Temporomandibular Disorders in Adult Populational Studies: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Oral Rehabil*, 45(9), 720–729. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12661>.
24. Warzocha, J., Gadomska-Krasny, J., & Mrowiec, J. (2024). Etiologic Factors of Temporomandibular Disorders: A Systematic Review of Literature Containing Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) and Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) From 2018 to 2022. *Healthcare (Basel)*, 12(5), 575. DOI: <https://doi.org/10.3390/healthcare12050575>.
25. Da-Cas C. D., Valesan, L. F., Nascimento, L. P. D., et al. (2024). Risk Factors for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review of Cohort Studies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 138(4), 502–515. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2024.06.007>.
26. Ryan, J., Akhter, R., Hassan, N., Hilton, G., Wickham, J., & Ibaragi S. (2019). Epidemiology of Temporomandibular Disorder in the General Population: A Systematic Review. *Advances in Dentistry & Oral Health*, 10, 555787. DOI: <https://doi.org/10.19080/ADOH.2019.10.555787>.

27. Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., et al. (2024). Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 28(1), 6–27. DOI: <https://doi.org/10.11607/jop.1151>.
28. Yap, A. U., Lei, J., Fu, K. Y., Kim, S. H., Lee, B. M., & Park, J. W. (2023). DC/TMD Axis I Diagnostic Subtypes in TMD Patients From Confucian Heritage Cultures: A Stratified Reporting Framework. *Clinical Oral Investigations*, 27(8), 4459–4470. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-023-05067-2>.
29. AlSahman, L., AlBagieh, H., & AlSahman, R. (2024). Oral Health-Related Quality of Life in Temporomandibular Disorder Patients and Healthy Subjects—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 14(19), 2183. DOI: <https://doi.org/10.53738/REVMED.2023.19.850.2183>.
30. Pigozzi, L. B., Pereira, D. D., Pattussi, M. P., et al. (2021). Quality of Life in Young and Middle Age Adult Temporomandibular Disorders Patients and Asymptomatic Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Health and Quality of Life Outcomes*, 19(1), 83. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12955-021-01727-7>.
31. Bitiniene, D., Zamaliauskiene, R., Kubilius, R., Leketas, M., Gailius, T., & Smirnovaite, K. (2018). Quality of Life in Patients With Temporomandibular Disorders. *A Systematic Review. Stomatologija*, 20(1), 3–9. PMID: 29806652.
32. Song, Y. L., & Yap, A. U. (2018). Outcomes of Therapeutic TMD Interventions on Oral Health Related Quality of Life: A Qualitative Systematic Review. *Quintessence Int*, 49(6), 487–496. DOI: <https://doi.org/10.3290/j.qi.a40340>.
33. Yap, A. U., Qiu, L. Y., Natu, V. P., & Wong, M. C. (2020). Functional, Physical and Psychosocial Impact of Temporomandibular Disorders in Adolescents and Young Adults. *Med Oral, Patol Oral Cir Bucal*, 25(2), e188–e194. DOI: <https://doi.org/10.4317/medoral.23298>.
34. John, M. T., Omara, M., Su, N., et al. (2022). Recommendations for Use and Scoring of Oral Health Impact Profile Versions. *Journal of Evidence Based Dental Practice*, 22(1), 101619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2021.101619>.
35. Sischo, L., & Broder, H. L. (2011). Oral Health-Related Quality of Life: What, Why, How, and Future Implications. *Journal of Dental Research*, 90(11), 1264–1270. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034511399918>.
36. Durham, J., Steele, J. G., Wassell, R. W., et al. (2011). Creating a Patient Based Condition-Specific Outcome Measure for Temporomandibular Disorders (TMDs): Oral Health Impact Profile for TMDs (OHIP-TMDs). *J Oral Rehabil*, 38(12), 871–883. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02233.x>.
37. Yule, P. L., Durham, J., Playford, H., et al. (2015). OHIP-TMDs: A Patient Reported Outcome Measure for Temporomandibular Disorders. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 43(5), 461–470. DOI: <https://doi.org/10.1111/cdoe.12171>.
38. Baker, S. R., Gibson, B., & Locker, D. (2008). Is the Oral Health Impact Profile Measuring Up? Investigating the Scale's Construct Validity Using Structural Equation Modelling. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 36(6), 532–541. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2008.00440.x>.
39. John, M. T., Reissmann, D. R., Feuerstahler, L., et al. (2014). Exploratory Factor Analysis of the Oral Health Impact Profile. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(9), 635–643. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12192>.
40. John, M. T., Renner-Sitar, K., Baba, K., et al. (2026). Patterns of Impaired Oral Health-Related Quality of Life Dimensions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43(7), 519–527. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12396>.
41. John, M. T. (2022). Standardization of Dental Patient-Reported Outcomes Measurement Using OHIP-5 — Validation of “Recommendations for Use and Scoring of Oral Health Impact Profile Versions”. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 22(15), 101645. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2021.101645>.
42. Lyakhovska, A., Smaglyuk, L., & Pekhnyo, V. (2025). Assessment of patients' quality of life depending on the condition of the dentofacial system. *Actual Problems of Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 25(1), 220–225. [Ляховська А.В., Смаглюк Л.В., Пехньо В.В. (2025). Залежність якості оцінки життя пацієнтів від стану зубо-щелепної системи. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*, 25(1), 220–225]. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.25.1.220>. [in Ukrainian].
43. Klochan, S. M. (2021). Assessment of the prevalence of the clinical subgroups of temporo-mandibular disorders in the examined adults, their gender and age distribution. *Stomatological Bulletin*, 115(2), 46–52. [Клочан, С. (2021). Оцінка поширеності клінічних підгруп скронево-нижньощелепних розладів в обстежених дорослих, їх гендерний та віковий розподіл. *Вісник стоматології*, 115(2), 46–52]. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2021-40-2.9> [in Ukrainian].
44. Bezkorovaina, L., & Zhehulovych, Z. (2023). Some aspects of the etiology, prevalence and diagnosis of the temporo-mandibular joint dysfunction. *Medical Science of Ukraine*, 19(2), 111–121. [Безкоровайна Л. П., Жегулович З. Є. (2023). Окремі аспекти етіології поширеності та діагностики дисфункції скронево-нижньощелепного суглоба. *Медицина науки України*, 19 (2), 111–121]. DOI: <https://doi.org/10.32345/2664-4738.2.2023.15> [in Ukrainian].
45. Kriachkova, L. V., Korobko, M. Y., Kyi-Kokarieva, V. G., Borvinko, E. V., Zaitsev, V. V., Gopak-Durie, H. (2022). Approval of the use of the short form 19 of the child's oral health impact profile (COHIP-SF 19) for dental public health needs. *Wiad Lek*, 75(5 pt 1), 1156–1161. DOI: <https://doi.org/10.36740/WLek202205119>.
46. Amruta Naik, Mike T John, Nidhi Kohli, Karl Self, Priscilla Flynn. (2016). Validation of the English-language version of 5-item Oral Health, Impact Profile. *J Prosthodont Res*, 60(2), 85–91. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2015.12.003>.

OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD, and OHIP-5 Questionnaires, Their Ukrainian Versions and a Comparative Assessment of Social and Diagnostic Value in Determining Temporomandibular Disorders

Makeyev, V., Shybinska, M.

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Background. Temporomandibular disorders (TMDs) are among the most common and complex pathologies of the stomatognathic system, affecting approximately 35% of the global population according to various estimates. The relevance of this issue is determined not only by the presence of physical pain and functional impairments but also by its pronounced biopsychosocial consequences. Chronic pain associated with TMDs is often accompanied by comorbid conditions, including depression, sleep disturbances, tinnitus, and chronic fatigue syndrome. The lack of professionally translated Ukrainian versions of the internationally recognized Oral Health Impact Profile (OHIP) series questionnaires limits the possibilities for early diagnosis and objective monitoring of therapy effectiveness. Therefore, the adaptation and comparative analysis of different forms of the OHIP questionnaires represent a strategically important task for domestic dental practice.

Objective. To scientifically substantiate and present a professional Ukrainian translation of the Oral Health Impact Profile (OHIP) questionnaire series in various modifications—ranging from the full-length OHIP-49 to the ultra-short OHIP-5 and OHIP-14, as well as the specialized OHIP-TMD version. The study aims to conduct a comprehensive comparative analysis of the adequacy, objectivity, and diagnostic value of these tools in the context of identifying and monitoring TMDs.

Materials and Methods. A critical review of 128 sources of scientific and medical information indexed in leading international databases (Web of Science, Google Scholar, and Index Copernicus) was conducted. From these, 47 publications directly relevant to the research topic were selected.

Results. The global prevalence of TMDs is approximately 35%, with women aged 20–40 being the most vulnerable group. The OPPERA study demonstrated that the annual incidence of new painful TMD cases among adults aged 18–44 is 4%, while the number of individuals reporting preclinical symptoms reaches 19%. This significant discrepancy between a clinically confirmed diagnosis based on the DC/TMD criteria and the patient's subjective perception of pain creates a “gray zone” in diagnostics, where quality of life questionnaires become indispensable.

Conclusions. Comparative analysis confirms that for in-depth clinical and academic research, the use of OHIP-49 or the specialized OHIP-TMD form is most appropriate, as they exhibit the highest sensitivity to specific symptoms of joint dysfunction. OHIP-14 and OHIP-5 serve as optimal tools for outpatient practice due to their high correlation with the full-length version and minimal time requirements, which ensures high patient compliance. The implementation of these questionnaires into clinical practice will facilitate the execution of a biopsychosocial approach in dentistry, enhance the early diagnosis of TMDs, and improve the efficiency of monitoring treatment outcomes.

Keywords: temporomandibular disorders, diagnostics, OHIP-49, OHIP-14, OHIP-TMD, OHIP-5, Ukrainian version.

Стаття: надійшла до редакції 02.03.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.;
опубліковано 26.05.2026 р.

Макєєв Валентин Федорович

доктор медичних наук, професор кафедри
ортопедичної стоматології
ДНП «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-4841-8441>

Шибінська Марта Володимирівна

аспірант кафедри ортопедичної стоматології
ДНТ «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0009-0000-9150-7947>

DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2026-2-ORSR-2>

УДК 612.176+616-056.3+616.314-007+616.311(045)

*Назар Харкевич, Тетяна Дмитришин**Кафедра стоматології післядипломної освіти
Івано-Франківського національного медичного університету,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Взаємозв'язок стресостійкості, тривожності та ознак бруксизму у пацієнтів із частковими дефектами зубних рядів

Вступ. Зростання психоемоційного навантаження у населення України та світу і водночас стрімке впровадження ортопедичного лікування на імплантатах, потребує з'ясування особливостей впливу психоемоційного стану людини на явища бруксизму у пацієнтів із дефектами зубних рядів, яким показано імплантологічне лікування.

Мета: встановити взаємозв'язки між резильєнтністю, ситуативною та особистісною тривожністю у пацієнтів, які мають явища бруксизму та яким показано заміщення часткової втрати зубів ортопедичними конструкціями на імплантатах.

Матеріали та методи. Дослідження проведено на кафедрі стоматології післядипломної освіти ІФНМУ. Було сформовано дві групи: I (основна) — 43 особи з явищами бруксизму, частковими дефектами зубних рядів та показаннями до імплантологічного лікування та II (контрольна) — 11 осіб, стоматологічно та загальносоматично здорові. Для діагностики резильєнтності використали «Шкалу резильєнтності Коннора-Девідсона-10» («Connor–Davidson resilience scale-10»), а для з'ясування рівнів особистісної та ситуативної тривожності — шкалу тривоги Спілбергера (State-Trait Anxiety Inventory — STAI). Встановлення структури взаємозв'язків між психологічними характеристиками пацієнтів та ознаками бруксизму проведено за допомогою факторного аналізу методом головних компонент.

Результати. Дослідження показали, що пацієнтів із рівнями резильєнтності «вищий за середній» та «високий» було в 1,74 раза менше, а з «низьким» — у 3,49 раза більше в основній групі, ніж у контрольній, ($p < 0,05$). Відзначили зростання відсотка осіб із «високим» рівнем особистісної тривожності в 2,47 раза та ситуативної тривожності в 1,98 раза, порівняно з контрольною групою. Середні показники тривожності у пацієнтів основної групи достовірно перевищували значення в осіб контрольної групи на 27,71 % (особистісна) та 30,28 % (ситуативна), ($p < 0,05$). За результатами факторного аналізу, психологічний фактор характеризувався найвищими навантаженнями з боку особистісної ($\lambda = 0,94$) та ситуативної ($\lambda = 0,93$) тривожності. Помірне навантаження продемонстрували вік ($\lambda = 0,57$) та резильєнтність ($\lambda = -0,52$). Побудована логістична модель підтверджує високу прогностичну значущість високого рівня тривожності та низького рівня резильєнтності у пацієнтів, які мають часткові дефекти зубних рядів та показання до імплантологічного лікування.

Ключові слова: *резильєнтність, тривожність, бруксизм, дефекти зубних рядів, ортопедичні конструкції на імплантатах.*

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Зубощелепна система пацієнта є важливою функціональною одиницею організму людини, що через систему нейрорегуляторних та метаболічних механізмів пов'язана в єдине ціле. З іншого боку,

кожне лікування, попри те, що воно спрямоване на відновлення втрачених функцій, вимагає адекватного перебігу адаптації та сприятливих умов подальшого функціонування.

Сьогодення, що зумовлене численними несприятливими чинниками (війна, пандемія, ви-



сокий темп життя, соціально-економічні виклики, технізація та глобалізація суспільства), поряд із успіхами чи позитивними ефектами для людини зумовлює і зростання психоемоційного напруження, надмірного зосередження та втоми. Вчені наводять зв'язок між стресом і скреготанням зубами: стрес — підвищення рівня гормонів — зростання м'язової напруги — нічний чи денний бруксизм. Пацієнти із бруксизмом, як правило, частіше скаржаться на симптоми стресу та тривоги, ніж люди без бруксизму, а також відзначають зниження якості життя через здоров'я ротової порожнини [1].

Дані літератури свідчать, що бруксизм має багатофакторне походження, включаючи і центральну нервову систему. Тому й вплив психологічних факторів у пацієнтів із дефектами зубних рядів, зубощелепними аномаліями та деформаціями може бути першопричиною виникнення або сприяти прогресуванню парафункцій, серед яких і бруксизм. Науковці відзначають явища бруксизму і у пацієнтів зі знімними протезами. Основні скарги — це стискання та стирання штучних зубів протеза [2].

Не до кінця з'ясовано зв'язок між бруксизмом та пародонтальним статусом пацієнтів. Проте португальські вчені спостерігали нижчі показники поширеності пародонтиту, глибини зондування пародонтальної кишені та клінічної втрати прикріплення в осіб із ознаками бруксизму, ніж у пацієнтів лише з пародонтитом [3].

Для успішного ортопедичного лікування на імплантатах явища бруксизму є як відносним протипоказанням до такого виду лікування, так і фактором ризику довготривалого функціонування ортопедичної конструкції. Проте дослідження можливого причинно-наслідкового зв'язку між бруксизмом та відторгненням імплантатів ґрунтуються більшою мірою лише на клінічному досвіді. Існуючі дослідження спрямовані на створення практичних рекомендацій щодо мінімізації ймовірності відторгнення імплантатів шляхом корекції кількості, розмірів та позиціонування, а також побудови оклюзійних та артикуляційних схем, використання стабілізуючої захисної шини, чи частоти профілактичного відвідування [4].

Науковці акцентують увагу на зростанні ризику механічного руйнування зубних протезів — коронок, мостоподібних конструкцій, імплантатів. Відповідно, заміна пошкоджених протезів призводить до значних повторних витрат на лікування та створює додаткове економічне навантаження [5–7].

Враховуючи зростання психоемоційного навантаження у населення України та світу та водночас

стрімке впровадження ортопедичного лікування на імплантатах, вважаємо актуальним з'ясувати особливості впливу психоемоційного стану людини на явища бруксизму у пацієнтів із частковими дефектами зубних рядів, які мають показання до імплантологічного лікування.

Мета дослідження: встановити взаємозв'язки між резильєнтністю, ситуативною та особистісною тривожністю у пацієнтів, які мають явища бруксизму, та яким показано заміщення часткової втрати зубів ортопедичними конструкціями на імплантатах.

Матеріали та методи

Дослідження проведено на кафедрі стоматології післядипломної освіти Івано-Франківського національного медичного університету відповідно до рішення комісії з питань етики ІФНМУ (протокол № 138/23 від 24.10.2023 р.). В опитуванні та стоматологічному обстеженні взяли участь 43 особи із первинною (ідіопатичною) та змішаною (денною і нічною) формами бруксизму, частковими дефектами зубних рядів та показаннями до імплантологічного лікування (І — основна група), а також 11 осіб стоматологічно та загальносоматично здорових, які склали ІІ (контрольну) групу. У групі І було 13 (30,2 %) чоловіків та 30 (69,7 %) жінок, у групі ІІ — 6 (54,55 %) чоловіків та 5 (45,45 %) жінок. Середній вік пацієнтів групи І — $44,05 \pm 1,42$ року, групи ІІ — $23,27 \pm 0,45$ року.

Для діагностики резильєнтності використали шкалу резильєнтності Коннора-Девідсона-10 (Connor–Davidson resilience scale-10). Критерії оцінювання результатів — рівні: низький — 0–15; нижчий за середній — 16–20; середній — 21–25; вищий за середній — 26–30; високий — 31–40 [8, 9].

Для діагностики рівня тривожності використано шкалу тривоги Спілберга (State-Trait Anxiety Inventory — STAI, 1970) [10]. Шкала включає самооцінку рівня тривожності у цей момент — як емоційного стану (ситуативну), і особистісну тривожність — як стійку якісну характеристику людини. Інтерпретація результатів: 0–30 балів — низький рівень тривожності; 31–45 балів — помірний рівень тривожності; вище 45 балів — високий рівень тривожності.

Діагностика явищ бруксизму ґрунтувалася на самооцінці пацієнтів, даних анамнезу та результатах об'єктивного стоматологічного обстеження. Головними складовими анамнезу було з'ясування таких ознак бруксизму: скреготіння зубами вдень/вночі, ранкова втома м'язів, ускладнене відкривання рота вранці, стискання зубів, важкість/хрускіт у скронево-нижньощелепному суг-

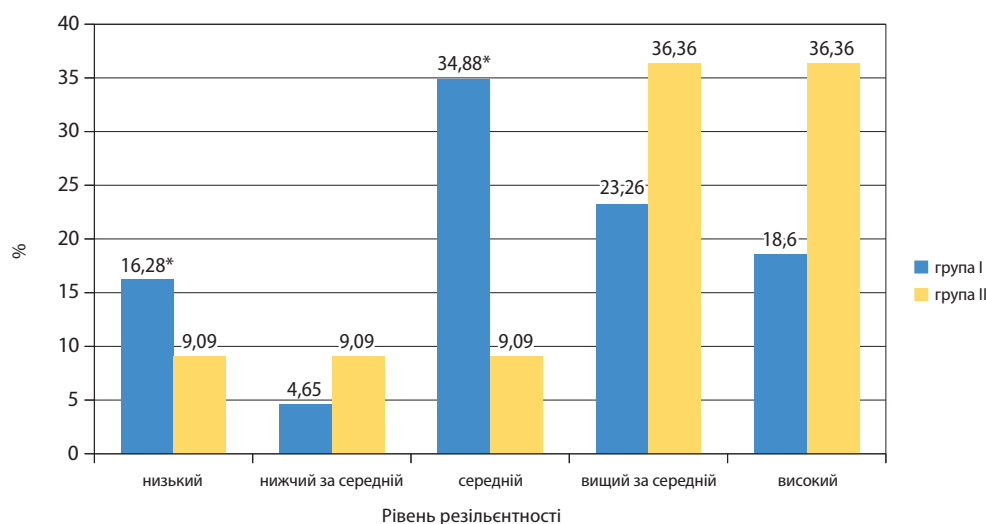


Рис. 1. Розподіл пацієнтів за рівнями резильєнтності (%)

Примітка: * — статистично значущі відмінності між показниками груп I та II, $p < 0,05$.

Таблиця 1.

Показники резильєнтності в групах дослідження ($M \pm m$)

Групи	Середнє значення	Рівень				
		низький	нижчий за середній	середній	вищий за середній	високий
I	23,91 ± 1,00	10,57 ± 1,51*	19,50 ± 0,50	23,07 ± 0,38	28,30 ± 0,42	32,13 ± 0,35
II	26,73 ± 2,90	3,00	20,00	23,00	27,25 ± 0,40	34,75 ± 1,10

Примітка: * — статистично значущі відмінності між показниками груп I та II, $p < 0,05$.

лобі (СНЩС) при розмиканні зубів, оніміння щелеп, тяжкість у зубах, як від тривалого вживання твердої їжі, головний біль та біль у шиї після пробудження, відчуття втоми й розбитості після пробудження.

Об'єктивне стоматологічне обстеження включало вивчення видів дефектів зубних рядів та стану твердих тканин зубів. Дефекти зубних рядів систематизовано за класифікацією Кеннеді: у 15 осіб (34,89 %) діагностовано II клас, а у 28 осіб (65,11 %) — III клас.

Клінічна оцінка бруксизму передбачала виявлення ознак стирання твердих тканин зубів, прикушування щік і язика, а також оцінку чутливості та напруженості жувальних м'язів і СНЩС.

Статистичний аналіз проведено з використанням програми Statistica 10. Відмінності між середніми результатами у пацієнтів груп дослідження визначали за t -критерієм Стюдента. Статистично значущими вважали результати за рівня $p < 0,05$. З метою встановлення структури взаємозв'язків між психологічними характеристиками пацієнтів та ознаками бруксизму проведено факторний аналіз методом головних компонент з ортогональною ротацією Varimax у двох прогонах [11–13].

Результати дослідження та обговорення

Аналізуючи отримані результати в групах дослідження, відзначаємо, що пацієнтів у групі I із «низьким» рівнем резильєнтності було в 1,8 раза більше, ніж у групі II ($p < 0,05$) (рис. 1).

Загалом у групі I було більше пацієнтів із рівнями резильєнтності «низький», «нижчий за середній» та «середній» (55,81 %), тоді як у групі II переважали особи із рівнями «вищий за середній» та «високий» (72,72 %). Найбільш показовим є значно більший відсоток осіб із рівнем резильєнтності «середній» у пацієнтів з бруксизмом, порівняно з контрольною групою (у 3,8 раза) ($p < 0,05$).

Середнє значення резильєнтності в групі I ($23,91 \pm 1,0$) було нижче, ніж у групі II ($26,73 \pm 2,9$), але статистично значущо не відрізнялося. Практично не відрізнялися й середні значення за рівнями, за винятком показника «низького» рівня — $10,57 \pm 1,51$ (ум. од.), що був у 3,52 раза більший за аналогічний показник групи I ($p < 0,05$) (табл.1).

Оскільки найбільша частка серед пацієнтів групи I (34,88 %), має «середній» рівень резильєнтності, то відповідно й середній показник усієї групи за шкалою резильєнтності Коннора-Девід-

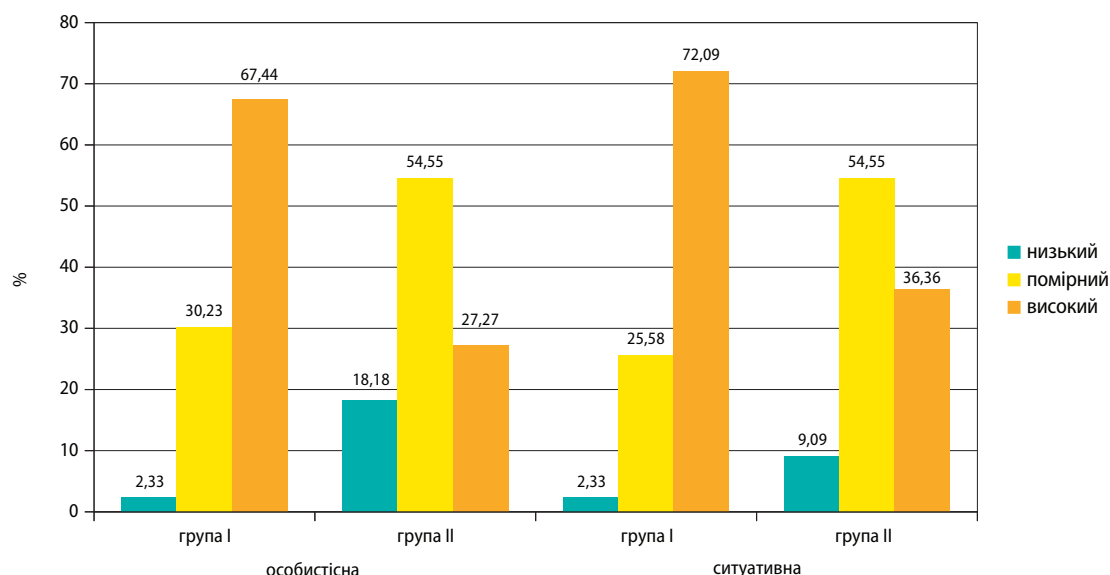


Рис. 2. Розподіл пацієнтів за рівнями особистісної та ситуативної тривожності (%)

Примітка: * — статистично значущі відмінності між показниками груп I та II, $p < 0,05$.

Таблиця 2.

Показники особистісної та ситуативної тривожності в групах дослідження ($M \pm m$)

Групи	Особистісна тривожність				Ситуативна тривожність			
	Середнє значення	Низький	Помірний	Високий	Середнє значення	Низький	Помірний	Високий
I	50,74 ± 1,56*	28,00	41,38 ± 1,09	55,72 ± 1,51	54,60 ± 1,77*	27,00	42,36 ± 2,32	59,84 ± 1,39
II	39,73 ± 2,26	28,5 ± 0,21	39,5 ± 1,47	47,67 ± 0,17	41,91 ± 2,17	30,00	39,17 ± 1,39	49,0 ± 0,85

Примітка: * — статистично значущі відмінності між показниками I і II груп, $p < 0,05$.

сона-10 входить до діапазону «середній — 21–25», що може вказувати на граничні адаптаційні можливості пацієнтів.

Збільшення відсотка осіб із рівнями резильєнтності «низький», «нижчий за середній» та «середній» у групі I, на противагу найменшій кількості осіб за цими ж рівнями (по одній особі) у групі II, з високою ймовірністю свідчить про зниження адаптаційної здатності до психологічного навантаження серед пацієнтів групи I, порівняно з групою II.

Важливою складовою характеристики психоемоційного стану пацієнтів була діагностика рівня тривожності за шкалою тривоги Спілберга. Спостерігалось, що кількість пацієнтів за всіма рівнями як особистісної, так і ситуативної тривожності статистично значущо відрізнявся між групами I та II (рис. 2).

Пацієнтів із високим рівнем особистісної тривожності у групі I було в 2,47 раза більше, ніж у контрольній групі II (67,44 проти 27,27 %), а з високою ситуативною тривожністю — у 1,98 раза (72,09 проти 36,36 %) відповідно.

Ми спостерігали, що помірний рівень особистісної тривожності переважав у групі II, — таких пацієнтів було в 1,8 раза більше, ніж серед пацієнтів

групи I (54,55 проти 30,23 %). Аналогічно переважав і помірний рівень ситуативної тривожності серед осіб групи II, їх було у 2,1 раза більше, ніж у групі I (54,55 проти 25,58 %). Серед пацієнтів групи I виявлено по 1 особі (2,33 %) із низьким рівнем особистісної та ситуативної тривожності, натомість у групі II їх було відповідно в 7,8 та в 3,9 раза більше. У групі пацієнтів, які мали ознаки бруксизму, простежується значно більший відсоток осіб із високим рівнем як особистісної, так і ситуативної тривожності порівняно з особами без стоматологічної та загальносоматичної патології.

Аналіз показників значень особистісної та ситуативної тривожності у групах дослідження засвідчив статистично значуще зростання середнього значення в обох випадках у групі I, порівняно з групою II — відповідно на 27,71 та на 30,28 % ($p < 0,05$) (табл. 2).

Показники, що відповідали помірному та високому рівням ситуативної й особистісної тривожності, мали тенденцію до зростання в групі I порівняно з групою II, хоча ця різниця й була статистично незначущою, ($p > 0,05$). Натомість у пацієнтів із низьким рівнем тривожності середнє значення в групі I було меншим, ніж у групі II,

Таблиця 3.

Розподіл факторів, що впливають на виникнення бруксизму

Фактор	Досліджувані ознаки	Вплив (%)
Психологічний	Тривожність (ситуативна та особистісна)	34,00 *
Віковий	Вік пацієнтів	51,00 *
Адаптивний	Резильєнтність	11,00 *
Інші чинники	Стать, невраховані клінічні чинники	4,00 *

Примітка: * — статистично значущі відмінності між показниками I і II груп, $p < 0,05$.

Таблиця 4.

Навантаження змінних ознак на генеральні фактори після Varimax-ротації

Змінна ознака	Фактор 1	Фактор 2
Стать	0,17	0,20
Вік	0,57	- 0,10
Резильєнтність	- 0,52	- 0,10
Особистісна тривожність	0,94	- 0,09
Ситуативна тривожність	0,93	0,09

проте також статистично значущо не відрізнялося ($p > 0,05$).

Важливою складовою нашого дослідження було проведення факторного аналізу (метод головних компонент). Перший прогін факторного аналізу включав чотири фактори, які у сукупності пояснюють 100 % загальної дисперсії досліджуваних ознак. Внесок кожного фактора у структуру досліджуваних ознак бруксизму розподілився так (табл. 3).

Домінуючим виявився фактор віку — 51 % поясненої дисперсії ($p < 0,05$). Другим за значущістю став психологічний фактор, що об'єднав показники ситуативної та особистісної тривожності й забезпечив 34 % інформативності моделі ($p < 0,05$). Адаптивний фактор, представлений рівнем резильєнтності, зумовив 11 % загальної дисперсії ($p < 0,05$). Частка інших чинників — статі та неврахованих впливів — склала 4 % ($p < 0,05$).

Аналіз факторних навантажень засвідчив, що найвище навантаження за фактором 1 продемонструвала ознака «вік» ($\lambda = 0,88$), що підтверджує її визначальну роль у структурі цього компонента. На фактор 2 найвище навантаження мала ознака «тривожність» ($\lambda = 0,72$), що свідчить про вагомий вплив психоемоційного стану пацієнтів на розвиток клінічних ознак бруксизму.

З метою укрупнення факторної структури та виявлення найбільш стійких латентних ознак проведено другий прогін факторного аналізу (двофакторна модель) за методом головних компонент із ротацією Varimax та виділенням двох генеральних факторів. Отримані факторні навантаження представлено в табл. 4.

Фактор 1 — «Психоемоційне напруження» — характеризувався найвищими навантаженнями з боку особистісної тривожності ($\lambda = 0,94$) та ситуативної тривожності ($\lambda = 0,93$), що свідчить про їхню домінуючу роль у цьому компоненті. Помірне навантаження продемонстрували також вік ($\lambda = 0,57$) й резильєнтність ($\lambda = - 0,52$). Від'ємне значення навантаження ознаки резильєнтності відображає обернений її зв'язок із тривожністю: вищий рівень тривожності у поєднанні з нижчим рівнем резильєнтності асоціюється з більшим навантаженням цього фактора і, відповідно, з вищим ризиком виникнення бруксизму.

Для фактора 2 характерними були слабо виражені навантаження всіх включених параметрів. Найвищим серед них, хоча й із невеликим абсолютним значенням, виявилось чинникове навантаження статі ($\lambda = 0,20$), тоді як вік ($\lambda = 0,10$), резильєнтність ($\lambda = - 0,10$), особистісна ($\lambda = - 0,09$) та ситуативна тривожність ($\lambda = 0,09$) суттєвого внеску в цей компонент не мали. Вплив ознаки статі на розвиток бруксизму потребує подальшого вивчення, оскільки цей фактор може відображати специфічні міжстатеві відмінності, що не залежать від основних психоемоційних чинників захворювання.

Таким чином, результати обох прогонів факторного аналізу узгоджуються між собою й свідчать про провідну роль психоемоційного стану пацієнта — насамперед підвищеного рівня тривожності та зниженого рівня резильєнтності, — у механізмах виникнення бруксизму.

Цікавими виявилися результати прогнозування впливу психологічних та демографічних

Розподіл предикторів прогностичної логістичної регресії

Змінна (предиктор)	Коефіцієнт регресії	Відношення шансів (OR)	Рівень значущості (p)
Вік	+ 4,533	93,02	0,58
Резильєнтність	– 0,595	0,55	0,44
Особистісна тривожність	– 0,429	0,65	0,63
Ситуативна тривожність	– 0,405	0,67	0,50

Примітка: p — рівень статистичної значущості коефіцієнтів регресії (всі показники знаходяться в зоні статистичної незначущості, $p < 0,05$).

чинників на розвиток бруксизму. До моделі було включено показники віку, резильєнтності, особистісної та ситуативної тривожності (табл. 5).

Отримана модель є статистично значущою загалом ($LR \chi^2(4) = 52,47$; $p < 0,001$) та демонструє високий рівень інформативності ($McFadden R^2 = 0,909$; $Nagelkerke R^2 = 0,946$), що свідчить про сильний зв'язок між досліджуваними змінними та наявністю бруксизму.

Водночас аналіз показав відсутність статистично значущих коефіцієнтів окремих предикторів ($p > 0,05$), що може бути пояснено ефектом квазі-розділення (феноменом, при якому комбінація предикторів надто точно розмежовує групи, унеможливаючи коректне обчислення стандартних похибок та довірчих інтервалів окремих коефіцієнтів), а також високою колінеарністю змінних. Це додатково підтверджує сукупний патогенетичний вплив досліджуваних змінних на наявність бруксизму.

Отримані результати дозволяють припустити, що бруксизм зумовлюється не окремими психологічними характеристиками, а виникає за комплексної мультифакторної дії, зокрема у разі поєднання підвищеної тривожності та зниженого рівня резильєнтності.

Висновки

Наші дослідження показали, що пацієнтів із частковими дефектами зубних рядів, показами до імплантації та бруксизмом із «вищий за середній» та «високий» рівнями резильєнтності було в 1,74 раза менше (41,86 проти 72,72 % у контрольній групі), натомість із «низьким» рівнем резильєнтності — у 3,49 раза більше (16,25 проти 4,65 % відповідно; $p < 0,05$).

«Високий» рівень особистісної тривожності зафіксовано в 67,44 % пацієнтів основної групи, що в 2,47 раза перевищує показник контрольної (27,27 %). Високий рівень ситуативної три-

вожності виявлено у 72,09 % осіб із бруксизмом, що в 1,98 раза більше, ніж у контрольній групі (36,36 %). Середні бальні показники тривожності в пацієнтів основної групи статистично значущо перевищували значення осіб контрольної групи: на 27,71 % — за шкалою особистісної тривожності та на 30,28 % — за шкалою ситуативної тривожності ($p < 0,05$).

За результатами факторного аналізу, генеральний фактор «Психоемоційне напруження» характеризувався найвищими чинниковими навантаженнями з боку особистісної ($\lambda = 0,94$) та ситуативної ($\lambda = 0,93$) тривожності; помірний внесок продемонстрували також вік ($\lambda = 0,57$) і резильєнтність ($\lambda = -0,52$). Це підтверджує, що вищий рівень тривожності у поєднанні зі зниженим адаптаційним потенціалом асоціюється з підвищеним ризиком маніфестації бруксизму.

Побудована логістична модель підтверджує високу прогностичну цінність поєднання факторів, досліджуваних чинників, що мають синергічну дію. Провідним предикторним комплексом розвитку бруксизму у пацієнтів із частковими дефектами зубних рядів та показаннями до імплантологічного лікування є поєднання високого рівня тривожності й низької психологічної стійкості (резильєнтності).

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Phuong, N. T. T., Ngoc, V. T. N., Linh, L. M., Duc, N. M., Tra, N. T., & Anh, L. Q. (2020). Bruxism, Related Factors and Oral Health-Related Quality of Life Among Vietnamese Medical Students. *Int J Environ Res Public Health*, 17(20), 7408. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17207408>.
2. Souza, H. O. de, Mélo, A. M., Melchior, M. de O., & Magri, L. V. (2023). The bruxism paradigm in the absence of teeth: observational cross-sectional study in full denture users. *Brjp*, 6(3), 251–256. DOI: <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20230060-en>
3. Botelho, J., Machado, V., Proença, L., Rua, J., Martins, L., Alves, R., Cavacas, M. A., Manfredini, D., & Mendes, J. J. (2020). Relationship between self-reported bruxism and periodontal status: Findings from a cross-sectional study. *J periodont*, 91(8), 1049–1056. DOI: <https://doi.org/10.1002/JPER.19-0364>.
4. Sameera Singh D., Singh D. P., Nitya, D. (2017). Bruxism: Its multiple causes and its effects on Dental Implants: A Review. *J Oral Health Craniofac Sci*, 2, 57–63. DOI: <https://doi.org/10.29328/journal.johcs.1001012>.
5. Ionfrida, J. A., Stiller, H. L., Kämmerer, P. W., & Walter, C. (2025). Dental Implant Failure Risk in Patients with Bruxism—A Systematic Review and Meta-Analysis of the Literature. *Dentistry Journal*, 13(1), 11. DOI: <https://doi.org/10.3390/dj13010011>.
6. Alharby, A., Alzayer, H., Almahlawi, A., Alrashidi, Y., Azhar, S., Sheikho, M., Alandijani, A., Aljohani, A., & Obied, M. (2017). Parafunctional Behaviors and Its Effect on Dental Bridges. *Journal Of Clinical Medicine Research*, 10(2), 73–76. DOI: <https://doi.org/10.14740/jocmr3304w>.
7. Thayer, M., Ali, R. (2022). The dental demolition derby: bruxism and its impact — part 2: early management of bruxism. *Br Dent J*, 232, 703–710. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41415-022-4249-z>.
8. Shkolina, N. V., Shapoval, I. I., Orlova, I. V., Kedyk, I. O., Stanislavchuk M. A. (2020). Adaptation and validation of the ukrainian version of the Connor—Davidson Resilience Scale—10 (CD-RISC-10): approbation in patients with ankylosing spondylitis. *Ukrainian Journal of Rheumatology*, 2 (80), 66–72. [Школіна Н. В., Шаповал І. І., Орлова І. В., Кедик І. О., Станіславчук М. А. (2020). Адаптація та валідизація україномовної версії шкали стресостійкості Коннора-Девідсона-10 (CD-RISC-10): апробація у хворих на анкліозивний спондиліт. *Український ревматологічний журнал*, 2 (80), 66–72.] DOI: <https://doi.org/10.32471/rheumatology.2707-6970.80.15236> [in Ukrainian].
9. Kokun, O. M., Melnychuk, T. I. (2023). *Resilience Handbook: A Practical Guide*. Kyiv: G. S. Kostyuk Institute of Psychology, National Academy of Sciences of Ukraine. 25 p. [Кокун О. М., Мельничук Т. І. (2023). *Резилієнс-довідник: практичний посібник*. Київ: Інститут психології імені Г. С. Костюка НАПН України. 25 с. ISBN 978-617-7745-24-1].
10. State-Trait Anxiety Inventory, STAI. [Electronic resource]. [Шкала тривоги Спілбергера (STAI). [Електронний ресурс]. URL: <https://mozok.ua/anxietydisorder/testy/item/2703-shkala-trivogi-splbergera-STAI>].
11. McFadden, D. (1974). *Conditional logit analysis of qualitative choice behavior*. *Frontiers in econometrics*, 105–142.
12. Nagelkerke, N. J. D. (1991). *A Note on a General Definition of the Coefficient of Determination*. *Biometrika*, 78, 691–692. DOI: <https://doi.org/10.1093/biomet/78.3.691>.
13. Agresti A. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2018. 400 p.

Interrelationship of Resilience, Anxiety, and Signs of Bruxism in Patients with Partial Tooth Loss

Kharkevych N., Dmytryshyn T.

Department of Postgraduate Dentistry, Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine

Introduction. The growing psycho-emotional burden globally and in Ukraine, combined with the rapid advancement of implant-supported rehabilitation, requires a deeper understanding of how a patient's psycho-emotional status influences bruxism in individuals with partial edentulism scheduled for implant treatment.

Objective. To determine the relationships between resilience, state anxiety, and trait anxiety in patients with bruxism requiring prosthetic rehabilitation for partial tooth loss using implant-supported restorations.

Materials and Methods. The study was conducted at the Department of Postgraduate Dentistry of Ivano-Frankivsk National Medical University. Two groups were enrolled: Group I (main group) comprised 43 patients with clinical signs of bruxism and partial tooth loss scheduled for implant rehabilitation; Group II (control group) included 11 orally and systemically healthy individuals. Resilience was assessed using the 10-item Connor–Davidson Resilience Scale (CD-RISC-10), while trait and state anxiety levels were evaluated using the State-Trait Anxiety Inventory (STAI). The structural relationships between psychological characteristics and signs of bruxism were analyzed using factor analysis via the principal components method.

Results. Patients with “above average” and “high” resilience levels were 1.74 times fewer in the main group, while those with “low” resilience were 3.49 times more frequent compared to the control group ($p < 0.05$). The proportion of individuals with “high” trait anxiety increased by 2.47 times and with “high” state anxiety by 1.98 times compared to controls. Mean anxiety levels in the main group significantly exceeded those in the control group by 27.71% (trait) and 30.28% (state) ($p < 0.05$). According to factor analysis, the psychological factor showed the highest loadings for trait ($\lambda = 0.94$) and state ($\lambda = 0.93$) anxiety. Moderate loadings were observed for age ($\lambda = 0.57$) and resilience ($\lambda = -0.52$). The constructed logistic regression model confirmed the high predictive value of the combined effect of elevated anxiety levels and low resilience in patients with partial tooth loss scheduled for implant rehabilitation.

Keywords: *resilience; anxiety; bruxism; partial tooth loss; dental implants; implant-supported restorations.*

Стаття: надійшла до редакції 5.03.2026 р.;
прийнята до друку 10.04.2026 р.;
опублікована 29.05.2026 р.

Харкевич Назар Олегович

аспірант кафедри стоматології
післядипломної освіти
Івано-Франківського національного
медичного університету,
м. Івано-Франківськ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0008-2167-2291>

Дмитришин Тетяна Миколаївна

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри стоматології
післядипломної освіти
Івано-Франківського національного
медичного університету,
м. Івано-Франківськ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-0698-3656>

Олена Дорошенко¹, Наталія Малащенко²¹ Національний університет охорони здоров'я імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна² ПП «Стоматологія Престиж», м. Київ, Україна

Прогностична модель оцінки складності ортодонтичного лікування ретенуваних верхніх ікол за даними конусно-променевої комп'ютерної томографії

Вступ. Ретенція верхніх ікол є однією з найпоширеніших аномалій прорізування зубів (поширеність 0,92–3,0 %) та становить значну клінічну проблему через ризик резорбції коренів сусідніх зубів, порушення оклюзії та естетичні дефекти. Попри наявність різноманітних класифікацій (наприклад, KPG, TDI), більшість із них є описовими та не надають кількісної прогностичної оцінки складності майбутнього лікування. Крім того, існуючі моделі здебільшого ігнорують краніофасціальний контекст, зокрема тип росту лицевого скелета та стан верхніх дихальних шляхів, які можуть суттєво впливати на ефективність ортодонтичної тяги.

Мета дослідження. Розробити та внутрішньо валідувати багатофакторну прогностичну модель на основі кількісних КПКТ-параметрів (локальних характеристик ретенуваного ікла та глобальних краніофасціальних показників) для об'єктивної оцінки складності ортодонтичного лікування ретенуваних верхніх ікол у дітей та підлітків 10–14 років.

Матеріали та методи. Проведено ретроспективне когортне дослідження за участю 174 пацієнтів основної когорти (102 — LOI 0, 44 — LOI 1, 28 — LOI 2) та 47 осіб контрольної групи. Рівень ортодонтичного втручання (LOI) визначали *post hoc* за медичною документацією. Усім пацієнтам виконано КПКТ до початку лікування на апараті i-CAT Gendex CB-500. Оцінювали 7 краніофасціальних параметрів (SNA, SNB, ANB, SN-GoGn, SN-PP, PNS-PPA, об'єм носоглотки) та 7 локальних параметрів ретенуваного ікла (кути β та α , глибина, відстань до кореня бічного різця, контакт, ширина фолікулярного простору, дилацерація). Вимірювання виконували два незалежні калібровані дослідники (ICC > 0,90). Для побудови моделі використовували порядкову логістичну регресію з покроковим відбором, перевіркою мультиколінеарності (VIF) та тестом Бранта. Внутрішню валідацію проводили методом 10-кратної крос-валідації.

Результати. У фінальну модель увійшли чотири незалежні предиктори: глибина розташування ікла (OR = 2,85; 95 % CI 1,90–4,28; $p < 0,001$), найкоротша відстань до кореня бічного різця (OR = 0,42; 95 % CI 0,28–0,63; $p < 0,001$), об'єм носоглотки (OR = 0,55; 95 % CI 0,38–0,79; $p = 0,001$) та кут до площини оклюзії (OR = 1,78; 95 % CI 1,12–2,83; $p = 0,015$). Модель мала добру пояснювальну здатність (Nagelkerke $R^2 = 0,62$) та статистичну значущість ($\chi^2 = 68,4$; $p < 0,001$). Розроблено математичне рівняння для розрахунку лінійного предиктора Z та порогові значення ($\tau_1 = 0,8$; $\tau_2 = 2,1$) для стратифікації пацієнтів на три рівні складності: LOI 0 ($Z \leq 0,8$), LOI 1 ($0,8 < Z \leq 2,1$) та LOI 2 ($Z > 2,1$).

Висновки. Запропонована прогностична модель дозволяє кількісно оцінити складність ортодонтичного лікування ретенуваних верхніх ікол до його початку на основі чотирьох КПКТ-параметрів. Модель потребує зовнішньої валідації на багатоцентрових вибірках, але вже зараз може слугувати допоміжним інструментом для стратифікації пацієнтів, оптимізації вибору тактики лікування (спостереження, раннє хірургічне оголення, трансплантація) та ознайомлення пацієнтів із прогнозованою тривалістю й ризиками втручання.

Ключові слова: ретенувані верхні ікла, конусно-променева комп'ютерна томографія, прогностична модель, порядкова логістична регресія, складність лікування, об'єм носоглотки.



Вступ

Ретенівані постійні зуби є однією з найскладніших проблем у дитячій та ортодонтитчній стоматології. Серед усіх зубів, окрім третіх молярів, найчастіше ретенуються саме верхні ікла. За даними сучасної літератури, поширеність ретенції верхніх ікол коливається від 0,92 до 3,0 % залежно від популяції та методів діагностики [1, 2]. Ретенція ікла не лише створює значний естетичний дефект, але й може призводити до резорбції коренів сусідніх зубів, порушення оклюзії, формування кіст та психологічного дискомфорту у пацієнта [2, 3].

Етіологія ретенції верхніх ікол є багатофакторною. Факторами ризику є наявність надкомплектних зубів, одонтом, кіст, дилацерація кореня, а також затримка резорбції кореня тимчасового ікла [1, 3]. Крім того, важливу роль відіграють скелетні аномалії та дефіцит місця в зубному ряду [2].

Лікування ретеніваних ікол є тривалим, технічно складним та потребує мультидисциплінарного підходу, що поєднує хірургічне оголення зуба з наступною ортодонтитчною тягою [3, 4]. Сучасні методи прискорення ортодонтитчного переміщення зубів (мікроперфорація кістки, низькоінтенсивне лазерне опромінення, хірургічне прискорення) можуть скорочувати терміни лікування, однак їхня ефективність при тязі ретеніваних ікол потребує подальшого вивчення [5]. Систематичний огляд Mahajan D. зі співавт. (2025) визначив, що вік пацієнта, положення та кут нахилу ретеніваного ікла відносно середньої лінії та бічного різця мають статистично значущий вплив на тривалість лікування [6]. Проте попри наявність різноманітних класифікацій, більшість із них оцінюють переважно анатомічне положення зуба, не надаючи кількісної прогностичної оцінки загальної складності майбутнього лікування.

У цьому контексті конусно-променева комп'ютерна томографія (КПКТ) стала «золотим стандартом» діагностики ретеніваних зубів. На відміну від традиційної панорамної рентгенографії, КПКТ дозволяє точно визначити тривимірне положення ретеніваного зуба, його орієнтацію, глибину розташування, взаємовідношення з коренями сусідніх зубів, а також оцінити стан навколишніх кісткових тканин та наявність патологічних змін [7, 8].

Останніми роками з'явилися роботи, присвячені створенню прогностичних моделей на основі КПКТ-даних. Так, Brands L. зі співавт. (2025) розробили модель для прогнозування тривалості тяги ретеніваних ікол із точністю 91 %, включивши до неї такі параметри, як горизонтальне положення

ікла, розмір фолікула, вертикальна висота та положення апекса [9]. Однак ці моделі зосереджені переважно на окремих анатомічних параметрах ретеніваного зуба й часто ігнорують загальний краніофакіальний контекст, зокрема тип росту лицевого скелета та стан верхніх дихальних шляхів.

Варто зазначити, що сучасні дослідження підтверджують тісний взаємозв'язок між морфологією краніофакіальної області, параметрами верхніх дихальних шляхів і розвитком зубощелепної системи в цілому [7, 10]. Обструкція верхніх дихальних шляхів, зумовлена гіпертрофією аденоїдів, призводить до формування аденоїдного типу обличчя з вертикальним типом росту, ретрогнатією щелеп та звуженням верхньої щелепи, що створює додаткові несприятливі умови для прорізування та ортодонтитчної тяги зубів [8, 10]. Таким чином, складність лікування ретеніваного ікла визначається не лише його власним анатомічним положенням, але й тим «скелетним середовищем», у якому воно перебуває.

Мета дослідження. Зважаючи на викладене, метою нашої роботи стала розробка та валідація багатофакторної прогностичної моделі, яка на основі кількісних КПКТ-параметрів (як локальних характеристик ретеніваного ікла, так і глобальних краніофакіальних показників) дозволяє об'єктивно оцінити складність ортодонтитчного лікування ретеніваних верхніх ікол у дітей та підлітків.

Матеріали та методи

1. Дизайн дослідження та етичні аспекти

Дослідження виконано як ретроспективне когортне. Використано архівні дані конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) та медичні записи пацієнтів, яким було проведено ортодонтитчне та/або хірургічне лікування з приводу затримки прорізування або ретенції верхніх ікол.

Дослідження проведено на базі кафедри стоматології Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика (Київ, Україна). Архівні КПКТ-дані отримано з Центру лабораторної діагностики голови (ЦЛДГ, Київ, Україна) за період 2016–2022 років.

Протокол дослідження схвалено етичним комітетом НУОЗ України імені П. Л. Шупика (протокол № 9 від 02.12.2019). Усі батьки або законні опікуни надали письмову інформовану згоду на участь у дослідженні та обробку персональних даних. Дослідження проведено відповідно до принципів Гельсінкської декларації (2013).

2. Віковий діапазон та обґрунтування

Для всіх пацієнтів визначено єдиний віковий діапазон — 10–14 років. Вибір обґрунтовано та-

Таблиця 1.

**Розподіл пацієнтів за рівнями фактичної складності лікування
відповідно до шкали LOI (n = 174)**

LOI	Назва	Критерії (оцінені <i>post hoc</i> за медичною документацією)	n
0	Без хірургічного втручання	Самостійне прорізування ікла після створення місця в зубному ряду (розширення, дисталізація). Хірургічне втручання не проводилося.	102
1	Помірне втручання	Виконано хірургічне оголення (просте або з частковою остеотомією). Тривалість активної ортодонтичної тяги менше ніж 12 місяців. Резорбція кореня бічного різця (за даними післяопераційної КПКТ) менше ніж 2 мм. Кількість ускладнень — не більше одного (втрата ортодонтичної кнопки без повторного втручання).	44
2	Високе втручання	Наявність хоча б одного з таких критеріїв: повна остеотомія або трансплантація зуба; тривалість активної ортодонтичної тяги більше ніж 12 місяців; резорбція кореня бічного різця більше ніж 2 мм; два або більше ускладнень (повторне хірургічне оголення, повторна втрата кнопки, запальні ускладнення, що потребували додаткового лікування).	28

кими чинниками: (1) фізіологічне прорізування верхніх ікол відбувається в середньому в 11–12 років; (2) за попередніми даними авторів, середній вік дітей із затримкою прорізування ікол становить $10,91 \pm 0,24$ року; (3) обмеження вікового діапазону дозволяє мінімізувати вплив віку як змішувального фактора (confounding factor) при проведенні порівняльного та регресійного аналізу.

3. Формування вибірки та критерії відбору

З архівних даних відібрано пацієнтів, які відповідали таким критеріям включення:

- вік 10–14 років на момент проведення КПКТ;
- наявність КПКТ-дослідження, виконаного до початку лікування;
- діагностована затримка прорізування або ретенція верхнього ікла (одно- або двостороння);
- наявність повної медичної документації щодо проведеного ортодонтичного та/або хірургічного лікування.

Критерії виключення:

- системні або синдромні захворювання, що впливають на ріст і розвиток зубощелепної системи;
- попереднє ортодонтичне лікування з використанням фіксованої техніки до моменту проведення КПКТ;
- анкілоз ретенуваного зуба;
- виражена дилаceraція кореня (більше ніж 30°);
- відмова батьків або законних опікунів від участі у дослідженні.

Загалом до основної когорти включено 174 пацієнти (табл. 1).

Розподіл пацієнтів за групами виконували два незалежні дослідники, які не брали участі в подальшому аналізі КПКТ-параметрів. У разі розбіжностей застосовували консенсус. Коефіцієнт

узгодженості між дослідниками (каппа Коена) становив 0,92 ($p < 0,001$), що свідчить про майже ідеальну згоду.

КПКТ-параметри (розділи 6, 7) не використовувалися для визначення LOI. Індекс LOI базується виключно на клінічних результатах лікування та використовувався як залежна змінна (outcome) при побудові прогностичної моделі.

Слід зазначити, що визначення LOI частково може залежати від клінічної тактики та досвіду лікаря, що потенційно обмежує універсальність отриманої моделі.

4. Група порівняння (контроль)

Для порівняльної оцінки краніофасціальних параметрів та стану верхніх дихальних шляхів сформовано окрему групу порівняння (контрольну групу). Ця група не включалася до основної когорти та не використовувалася для побудови прогностичної моделі.

Критерії включення до групи порівняння:

- вік 10–14 років (відповідає віковому діапазону основної когорти);
- наявність КПКТ-дослідження, виконаного з ортодонтичною метою (на тому ж апараті та за аналогічним протоколом);
- фізіологічний прикус або незначні зубощелепні аномалії (діастеми, тріми, легка скупченість), які не потребували активного ортодонтичного лікування;
- відсутність затримки прорізування або ретенції постійних зубів (за даними КПКТ та клінічного обстеження);
- відсутність клінічно значущих порушень носового дихання (за анамнезом та даними оториноларингологічного обстеження).

Критерії виключення: аналогічні до основної когорти (системні та синдромні захворювання,

попереднє ортодонтичне лікування з використанням фіксованої техніки тощо).

Джерело відбору: архівні КПКТ-дані Центру лабораторної діагностики голови (ЦЛДГ, Київ, Україна) за період 2016–2022 років.

Після застосування критеріїв включення та виключення до групи порівняння увійшло 47 пацієнтів (23 хлопчики, 24 дівчинки; середній вік — $11,18 \pm 0,35$ року).

Дані контрольної групи використано для формування референтних значень краніофціальних параметрів (SNA, SNB, ANB, SN-GoGn, SN-PP, PNS-PPA, об'єм носоглотки) та оцінки їх відмінностей у пацієнтів із затримкою прорізування або ретенцією верхніх ікол (LOI 0, LOI 1, LOI 2). У побудові прогностичної моделі ця група участі не брала.

5. Протокол КПКТ-дослідження

Усім пацієнтам основної когорти та групи порівняння виконано конусно-променеву комп'ютерну томографію (КПКТ) до початку лікування.

Сканування проводили на апараті i-CAT Gendex CB-500 (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, США) із використанням стандартного протоколу: поле зору (FOV) — 16×13 см, розмір вокселя — 300 мкм, час сканування — 20 с. Дослідження виконували з дотриманням принципу мінімізації променевого навантаження (ALARA).

Пацієнтів інструктували займати природне положення голови (погляд спрямований вперед, франкфуртська горизонталь паралельна підлозі), зімкнути зуби в положенні центральної оклюзії, не ковтати та підтримувати спокійне носове дихання під час сканування.

Отримані DICOM-дані експортували та аналізували за допомогою програмного забезпечення i-CATVision (v1.9.2.17, Imaging Sciences International) та Dolphin Imaging (v11.9, Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, CA, США).

6. Тривимірний цефалометричний аналіз

На основі КПКТ-даних проводили стандартизований тривимірний цефалометричний аналіз, що включав оцінку краніофціальних параметрів відповідно до методики, описаної в попередньому дослідженні авторів [Дорошенко О. М., Малашенко Н. Ю., 2026].

Оцінювали такі показники:

- SNA, ° — положення верхньої щелепи відносно передньої основи черепа;
- SNB, ° — положення нижньої щелепи відносно передньої основи черепа;
- ANB, ° — сагітальне співвідношення верхньої та нижньої щелеп;

- SN-GoGn, ° — кут нахилу нижньої щелепи (вертикальний тип росту);

- SN-PP, ° — нахил площини твердого піднебіння;

- PNS-PPA, мм — товщина аденоїдної тканини (відстань між задньою носовою остю та аденоїдними вегетаціями);

- об'єм носоглотки, см³ — визначали автоматично за допомогою інструмента сегментації дихальних шляхів у програмі Dolphin Imaging.

Усі вимірювання виконували два незалежні калібровані дослідники, які були засліплені щодо клінічних результатів лікування. Для оцінки внутрішньо- та міжекспертної надійності 20 % вибірки було повторно проаналізовано через 2 тижні. Надійність оцінювали за допомогою внутрішньокласного коефіцієнта кореляції (ICC); для всіх параметрів отримано відмінну узгодженість (ICC більше ніж 0,90).

7. Оцінка параметрів ретензованого ікла

Для всіх пацієнтів основної когорти (LOI 0, LOI 1 та LOI 2) на підставі КПКТ-даних, отриманих до початку лікування, проводили тривимірну оцінку положення ретензованого (або такого, що затримується у прорізуванні) верхнього ікла.

Аналізували такі параметри:

- Кут нахилу до середньосагітальної площини β , ° — визначали у корональній проєкції як кут між довгою віссю зуба та лінією, паралельною середньосагітальній площині;

- Кут до площини оклюзії α , ° — визначали у сагітальній проєкції як кут між довгою віссю зуба та площиною оклюзії;

- Глибина розташування, мм — відстань від кісткового гребеня альвеолярного відростка до найбільш корональної точки коронки зуба;

- Найкоротша відстань до кореня бічного різця, мм — мінімальна відстань між поверхнею кореня ікла та коренем бічного різця;

- Контакт із коренем бічного різця — бінарна змінна (1 — контакт наявний, 0 — контакт відсутній);

- Ширина фолікулярного простору, мм — максимальна відстань між коронкою зуба та стінкою кісткової крипти;

- Дилацерація кореня — бінарна змінна (1 — наявна при куті вигину понад 20°, 0 — відсутня).

Усі вимірювання виконували два незалежні калібровані дослідники, які були засліплені щодо належності пацієнтів до груп LOI. Для оцінки внутрішньо- та міжекспертної надійності 20 % вибірки було повторно проаналізовано через 2 тижні. Надійність оцінювали за допомогою внутрішньокласного коефіцієнта кореляції (ICC); для

всіх параметрів отримано відмінну узгодженість (ICC більше ніж 0,90).

8. Оцінка факторів ризику (за даними анкетування та клінічного обстеження)

Для виявлення потенційних предикторів, окрім КПКТ-параметрів, використовували дані клінічного обстеження та анкетування батьків, виконаного за розробленою нами анкетой (патент № 107129). Анкетування проводили для всіх пацієнтів основної когорти та групи порівняння. До аналізу включали такі *фактори ризику*:

- *спадковість* (наявність ортодонтичного лікування у батьків);
- *патологія першого триместру вагітності матері* (токсикоз, хронічний стрес);
- *тип вигодовування* (грудне, штучне, змішане);
- *шкідливі звички* (смоктання пальця, предметів, язика);
- *характер жувального навантаження* (переважання м'якої їжі, знижена жувальна активність);
- *травми в анамнезі* (тимчасових зубів, підборіддя, губ);
- *передчасне видалення тимчасових ікол*;
- *затримка фізіологічної зміни тимчасових ікол*;
- *частота гострих респіраторних інфекцій* (понад 3–4 рази на рік);
- *тип дихання* (носове, ротове, змішане) та наявність нічного храпіння;
- *ЛОП-патологія* (аденоїдні вегетації, викривлення носової перегородки);
- *наявність алергічних захворювань*.

Зазначені фактори були включені до багатофакторного аналізу як потенційні модифікатори ризику.

9. Статистичний аналіз

Статистичну обробку даних виконували з використанням програм IBM SPSS Statistics v. 26.0 (IBM, Armonk, NY, USA) та R (v. 4.2.1; пакети rms, ordinal, pROC).

Нормальність розподілу кількісних змінних оцінювали за допомогою критерію Шапіро–Вілка. Дані з нормальним розподілом подано як середнє значення та стандартне відхилення ($M \pm SD$), з ненормальним — як медіана та міжквартильний розмах ($Me [Q1; Q3]$).

Порівняльний аналіз між групами (LOI 0, LOI 1, LOI 2 та контроль) проводили за допомогою таких методів:

- для кількісних змінних — *однофакторний дисперсійний аналіз* (ANOVA) або *критерій Краскела–Уолліса* (залежно від розподілу);

- для категоріальних змінних — *критерій χ^2 Пірсона* або *точний критерій Фішера*.

Кореляційний аналіз

Зв'язок між кількісними предикторами та рівнем LOI оцінювали за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (r_s).

Побудова прогностичної моделі

Для визначення факторів, асоційованих із вищим рівнем ортодонтичного втручання, застосовували порядкову логістичну регресію (ordinal logistic regression) із залежною змінною LOI (0, 1, 2).

До моделі включали незалежні змінні, які демонстрували рівень значущості $p < 0,10$ в уніваріантному аналізі. Перевірку мультиколінеарності виконували за допомогою фактора інфляції дисперсії (VIF). Припущення пропорційності шансів оцінювали за допомогою тесту Бранта.

Результати подано як коефіцієнти регресії (B), скориговані відношення шансів (adjusted OR) та 95 %-ві довірчі інтервали (95 % CI).

Якість моделі оцінювали за допомогою псевдо- R^2 Нагелкерке, а також за результатами класифікаційного аналізу (точність, чутливість та специфічність для кожної категорії LOI).

Валідація моделі

Внутрішню валідацію моделі виконували методом 10-кратної крос-валідації. Калібрування моделі оцінювали за допомогою калібрувальних кривих.

Для клінічного застосування побудовано номограму на основі пакета rms у середовищі R, яка дозволяє оцінювати індивідуальну ймовірність належності до кожної категорії LOI (0, 1 або 2).

Розмір вибірки

Мінімальний необхідний обсяг вибірки розраховували за правилом «10 подій на один предиктор» (10 events per variable, EPV) для порядкової логістичної регресії.

За умови включення 7–8 предикторів мінімальний необхідний обсяг вибірки, розрахований за правилом «10 подій на один предиктор» (10 EPV), становив 80–100 пацієнтів.

Фактична вибірка включала 174 пацієнтів, з яких 102 — з LOI 0, 44 — LOI 1 та 28 — пацієнтів з LOI 2, що забезпечує достатню статистичну потужність для побудови стабільної моделі.

Додаткові зауваження щодо дизайну аналізу

Усі порівняння КПКТ-параметрів між групами LOI виконували після формування груп, без використання цих параметрів у процесі класифікації, що

Таблиця 2.

Порівняння краніофціальних параметрів між досліджуваними групами ($M \pm SD$)

Параметр	LOI 0 ($n = 102$)	LOI 1 ($n = 44$)	LOI 2 ($n = 28$)	Контроль ($n = 47$)	p (ANOVA)
SNA, °	79,2 ± 2,0	77,8 ± 2,3	76,5 ± 2,5	80,8 ± 1,9	< 0,001
SNB, °	76,9 ± 2,1	75,5 ± 2,4	74,2 ± 2,6	78,5 ± 1,8	< 0,001
ANB, °	4,8 ± 1,3	5,6 ± 1,5	6,9 ± 1,7	3,2 ± 1,0	< 0,001
SN-GoGn, °	39,2 ± 3,8	41,5 ± 4,1	44,8 ± 4,5	36,8 ± 3,5	< 0,001
SN-PP, °	10,0 ± 1,5	10,8 ± 1,7	11,5 ± 1,9	8,5 ± 1,4	< 0,001
PNS-PPA, мм	5,6 ± 1,0	4,8 ± 0,9	3,9 ± 0,8	7,8 ± 1,2	< 0,001
Об'єм носоглоткового простору, см ³	9,8 ± 1,8	8,5 ± 1,6	7,2 ± 1,4	12,8 ± 2,1	< 0,001

Примітка: дані подано як середнє значення ± стандартне відхилення ($M \pm SD$);

p — загальний рівень значущості для однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) між усіма групами.

Таблиця 3.

Порівняння параметрів верхнього ікла (за даними КПКТ) між групами з різним рівнем ортодонтичного втручання (LOI 0, LOI 1, LOI 2)

Параметр	LOI 0 ($n = 102$)	LOI 1 ($n = 44$)	LOI 2 ($n = 28$)	p
Кут до середньосагітальної площини β , °	12,3 ± 4,1	18,5 ± 5,2	28,3 ± 6,8	<0,001
Кут до площини оклюзії α , °	35,6 ± 7,2	42,1 ± 8,4	55,6 ± 10,2	<0,001
Глибина розташування, мм	2,1 ± 0,9	4,2 ± 1,3	7,8 ± 2,1	<0,001
Найкоротша відстань до кореня бічного різця, мм	3,1 ± 0,9	2,5 ± 0,8	0,9 ± 0,5	<0,001
Контакт із коренем бічного різця, n (%)	12 (11,8 %)	8 (18,2 %)	19 (67,9 %)	<0,001
Ширина фолікулярного простору (мм)	1,2 ± 0,4	1,8 ± 0,5	3,2 ± 0,9	<0,001
Дилацерація кореня (>20°), n (%)	2 (2,0 %)	3 (6,8 %)	9 (32,1 %)	<0,001

Примітка: дані подано як $M \pm SD$ або n (%);

p — для ANOVA (кількісні змінні) або χ^2 (категоріальні). *Post hoc* аналіз (Tukey HSD) показав статистично значущі відмінності між більшістю пар груп для всіх параметрів, за винятком відстані до кореня бічного різця та наявності контакту між LOI 0 та LOI 1 ($p > 0,05$).

забезпечувало принцип засліплення щодо результатів лікування.

Результати

Загальна кількість пацієнтів, включених до основної когорти для побудови прогностичної моделі, становила 174 особи: 102 пацієнти із затримкою прорізування верхніх ікол без хірургічного оголення (LOI 0), 44 пацієнти з помірним рівнем втручання (LOI 1) та 28 пацієнтів із високим рівнем втручання (LOI 2). Група порівняння включала 47 осіб із фізіологічним прикусом та відсутністю затримки прорізування зубів.

Середній вік пацієнтів поступово збільшувався від групи LOI 0 до LOI 2 (10,91 ± 0,24; 11,52 ± 0,48; 12,06 ± 0,62 року відповідно), однак статистично значущих відмінностей між групами не виявлено ($p = 0,072$).

У структурі статі спостерігалася тенденція до більшої частки дівчат у групах із вищим рівнем втручання (LOI 1 — 59,1 %, LOI 2 — 64,3 %) по-

рівняно з LOI 0 (45,1 %), однак ці відмінності не досягли статистичної значущості ($p = 0,084$).

Щодо сторони ретенції, у всіх групах переважала одностороння локалізація. Частота двосторонньої ретенції зростала від LOI 0 до LOI 2 (30,4 % — 34,1 % — 50,0 %), проте статистично значущих відмінностей між групами не виявлено ($p = 0,215$).

Оскільки метою дослідження є оцінка впливу краніофціальних та дихальних параметрів на складність лікування, далі проведено порівняльний аналіз цефалометричних показників між групами LOI та контрольною групою (табл. 2).

Post hoc аналіз (критерій Тьюкі) виявив статистично значущі відмінності між більшістю пар груп для всіх досліджуваних параметрів, за винятком показника SN-PP між групами LOI 0 та LOI 1, де різниця не досягла статистичної значущості ($p = 0,08$).

У пацієнтів із високим рівнем ортодонтичного втручання (LOI 2) відзначалися найбільш виражені зміни краніофціальних параметрів, зокрема

Таблиця 4.

**Кореляційний аналіз (рангова кореляція Спірмена)
між рівнем ортодонтичного втручання (LOI) та досліджуваними
краніофациальними та локальними КПКТ-параметрами**

Параметр	ρ (Spearman's rho)	p
Краніофациальні параметри		
SNA, °	- 0,52	< 0,001
SNB, °	- 0,48	< 0,001
ANB, °	+ 0,61	< 0,001
SN-GoGn, °	+ 0,58	< 0,001
SN-PP, °	+ 0,44	< 0,001
PNS-PPA, мм	- 0,65	< 0,001
Об'єм носоглотки, см ³	- 0,71	< 0,001
Локальні параметри ікла		
Кут до середньосагітальної площини β , °	+ 0,68	< 0,001
Кут до площини оклюзії α , °	+ 0,72	< 0,001
Глибина розташування, мм	+ 0,81	< 0,001
Найкоротша відстань до кореня бічного різця, мм	- 0,74	< 0,001
Контакт з коренем бічного різця (1 — так)	+ 0,69	< 0,001
Ширина фолікулярного простору (мм)	+ 0,59	< 0,001
Дилацерація кореня (>20°) (1 — так)	+ 0,62	< 0,001

Примітка: LOI розглянуто як порядкову змінну (0, 1, 2).

ρ — коефіцієнт рангової кореляції Спірмена; додатне значення вказує на прямий зв'язок (більше значення параметра — вищий LOI), від'ємне — на обернений. Усі кореляції є статистично значущими ($p < 0,001$).

зменшення кутів SNA та SNB, а також збільшення кута ANB ($6,9 \pm 1,7^\circ$) і SN-GoGn ($44,8 \pm 4,5^\circ$), що вказує на більш виражений вертикальний тип росту. У групі LOI 0 відповідні показники були менш змінні, однак також відрізнялися від контрольної групи (зокрема ANB: $4,8 \pm 1,3^\circ$ проти $3,2 \pm 1,0^\circ$ у контролі).

Показники, що характеризують стан верхніх дихальних шляхів, демонстрували аналогічну тенденцію. Товщина аденоїдної тканини (PNS-PPA) була найменшою у групі LOI 2 ($3,9 \pm 0,8$ мм) порівняно з LOI 0 ($5,6 \pm 1,0$ мм) та контрольною групою ($7,8 \pm 1,2$ мм). Об'єм носоглоткового простору також поступово зменшувався від контрольної групи до LOI 2 ($12,8 \pm 2,1$ см³ — $9,8 \pm 1,8$ см³ — $8,5 \pm 1,6$ см³ — $7,2 \pm 1,4$ см³).

Для оцінки впливу локальних характеристик ретенаного (або такого, що затримується у прорізуванні) верхнього ікла на рівень необхідного ортодонтичного втручання проведено порівняльний аналіз КПКТ-параметрів між групами LOI 0, LOI 1 та LOI 2. Результати наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 демонструє виражену градацію змін локальних КПКТ-параметрів верхнього ікла залежно від рівня ортодонтичного втручання. У групі LOI 0 відзначалися менші значення кутів нахилу та глибини розташування, а також біль-

ша відстань до кореня бічного різця. У групі LOI 2 спостерігалось збільшення кутових показників і глибини розташування, а також зменшення відстані до кореня бічного різця та вища частота контакту з ним. Частота дилацерації кореня також зростала зі збільшенням рівня LOI.

Далі проведено аналіз асоціацій між КПКТ-параметрами та рівнем ортодонтичного втручання (LOI) з використанням кореляційного та регресійного аналізу.

Для кількісної оцінки взаємозв'язку між рівнем ортодонтичного втручання (LOI) та досліджуваними параметрами проведено кореляційний аналіз із використанням рангової кореляції Спірмена у всій основній когорті ($n = 174$). Результати наведено в таблиці 4.

Найвищі за абсолютним значенням кореляції ($|\rho| \geq 0,70$) спостерігали для таких параметрів, як глибина розташування ікла ($\rho = +0,81$), найкоротша відстань до кореня бічного різця ($\rho = -0,74$), об'єм носоглоткового простору ($\rho = -0,71$) та кут до площини оклюзії ($\rho = +0,72$).

Помірні кореляції ($0,50 \leq |\rho| < 0,70$) виявлено для ANB ($\rho = +0,61$), SN-GoGn ($\rho = +0,58$), PNS-PPA ($\rho = -0,65$), кута до середньосагітальної площини ($\rho = +0,68$), ширини фолікулярного простору ($\rho = +0,59$) та дилацерації кореня ($\rho = +0,62$).

Слабкіші, але статистично значущі кореляції відзначено для SNA ($\rho = -0,52$), SNB ($\rho = -0,48$) та SN-PP ($\rho = +0,44$).

Усі зв'язки були статистично значущими ($p < 0,001$).

Побудова та характеристика моделі

З метою визначення незалежних предикторів складності лікування було побудовано модель порядкової логістичної регресії із включенням змінних, що демонстрували рівень значущості $p < 0,10$ в уніваріантному аналізі. До початкового набору предикторів увійшли як краніофациальні параметри (SNA, SNB, ANB, SN-GoGn, SN-PP, PNS-PPA, об'єм носоглоткового простору), так і локальні характеристики ретенуваного ікла (кут нахилу до середньосагітальної площини, кут до площини оклюзії, глибина розташування, найкоротша відстань до кореня бічного різця, контакт із коренем, ширина фолікулярного простору, дилацерація кореня).

Модель будували методом покрокового відбору з урахуванням мультиколінеарності (коефіцієнта інфляції дисперсії, VIF) та перевіркою припущення пропорційності шансів (тест Бранта).

У результаті покрокового відбору предикторів у фінальну модель порядкової логістичної регресії було включено чотири незалежні змінні: глибину розташування ретенуваного ікла, найкоротшу відстань до кореня бічного різця, об'єм носоглоткового простору та кут до площини оклюзії. Інші досліджувані параметри втратили статистичну значущість після багатофакторної корекції та були виключені з моделі.

Фінальна модель була статистично значущою ($\chi^2 = 68,4$; $p < 0,001$) та демонструвала добру пояснювальну здатність варіабельності рівня ортодонтичного втручання (Nagelkerke $R^2 = 0,62$). Перевірка припущення пропорційності шансів за тестом Бранта не виявила статистично значущих порушень ($p > 0,05$), що підтверджує коректність застосування порядкової логістичної регресії.

Незалежні предиктори моделі

Глибина розташування ретенуваного ікла була найсильнішим незалежним предиктором підвищення рівня LOI ($OR = 2,85$; 95 % CI 1,90–4,28; $p < 0,001$), що свідчить про істотне зростання складності лікування зі збільшенням глибини залягання зуба.

Найкоротша відстань до кореня бічного різця мала обернений зв'язок із рівнем LOI ($OR = 0,42$; 95 % CI 0,28–0,63; $p < 0,001$): зменшення цього показника асоціювалося зі значним підвищенням складності ортодонтичного лікування.

Об'єм носоглоткового простору також виступав незалежним протективним фактором ($OR = 0,55$; 95 % CI 0,38–0,79; $p = 0,001$), що вказує на підвищення ризику складного перебігу лікування при зменшенні об'єму верхніх дихальних шляхів.

Кут до площини оклюзії залишався статистично значущим предиктором ($OR = 1,78$; 95 % CI 1,12–2,83; $p = 0,015$), що відображає вплив вертикальної орієнтації ретенуваного ікла на складність його ортодонтичного переміщення.

Математична форма моделі

Фінальна модель порядкової логістичної регресії була представлена у вигляді:

$$\begin{aligned} \text{logit}(P) = Z = \\ = -4,12 + 1,05 X_1 - 0,87 X_2 - 0,6 X_3 + 0,58 X_4. \end{aligned} \quad (1)$$

де:

X_1 — глибина розташування ікла, мм;

X_2 — найкоротша відстань до кореня бічного різця, мм;

X_3 — об'єм носоглоткового простору, см³;

X_4 — кут до площини оклюзії, °.

Оскільки модель є порядковою, ймовірність кожного рівня LOI визначається через порогові значення (cut-points), що дозволяє оцінювати ймовірність переходу між категоріями LOI 0, LOI 1 та LOI 2.

Практичне застосування моделі

Для клінічного використання запропонованої моделі необхідно виконати послідовний розрахунок лінійного предиктора (Z) на основі індивідуальних КПКТ-параметрів пацієнта. Отримане значення Z надалі використовується для стратифікації пацієнта за рівнем складності ортодонтичного лікування.

Алгоритм розрахунку:

1. Визначити значення КПКТ-параметрів:

- глибина розташування ікла (X_1 , мм);
- найкоротша відстань до кореня бічного різця (X_2 , мм);
- об'єм носоглоткового простору (X_3 , см³);
- кут до площини оклюзії (X_4 , °).

2. Підставити отримані значення у рівняння (1). Отримане значення Z інтерпретується як інтегральний показник складності лікування.

Інтерпретація результату

На основі оцінених коефіцієнтів порядкової логістичної регресії розраховано два порогові значення (cut-points): $\tau_1 = 0,8$ та $\tau_2 = 2,1$ (отримані з моделі як константи, що відповідають переходу між категоріями LOI). Ці значення можуть дещо

варіювати залежно від вибірки; у наведеному прикладі вони становлять 0,8 та 2,1.

Рівень складності лікування визначається за лінійним предиктором Z , який обчислюється за формулою (1).

Правило класифікації:

- $Z \leq \tau_1$ ($Z \leq 0,8$) — низька складність лікування (LOI 0);
- $\tau_1 < Z \leq \tau_2$ ($0,8 < Z \leq 2,1$) — помірна складність лікування (LOI 1);
- $Z > \tau_2$ ($Z > 2,1$) — висока складність лікування (LOI 2).

Приклад клінічного розрахунку (узгоджений із порогоми)

Для пацієнта віком 11,5 років за даними КПКТ отримано такі значення:

$X_1 = 4,2$ мм; $X_2 = 2,0$ мм; $X_3 = 9,5$ см³; $X_4 = 38^\circ$.

Підставляємо значення у формулу (1):

$$Z = -4,12 + 1,05 \cdot 4,2 - 0,87 \cdot 2,0 - 0,6 \cdot 9,5 + 0,58 \cdot 38,$$

$$Z = -4,12 + 4,41 - 1,74 - 5,70 + 22,04,$$

$$Z = 14,89.$$

Отримане значення $Z = 14,89$ значно перевищує $\tau_2 = 2,1$, тому пацієнт класифікується як LOI 2 (висока складність). Це вказує на необхідність прогнозування тривалого ортодонтичного лікування з високою ймовірністю хірургічного етапу.

Узагальнення моделі

Отримана модель демонструє, що рівень ортодонтичного втручання при лікуванні ретенуваних верхніх ікол визначається комбінацією локальних анатомічних параметрів зуба та загальних краніофціальних характеристик, зокрема стану верхніх дихальних шляхів. Найбільший внесок у прогнозування складності лікування мають глибина розташування ікла та його просторові взаємовідношення з коренем бічного різця, тоді як параметри дихальних шляхів виконують модулюючу роль.

Клінічна цінність моделі

Запропонована модель має практичне значення для клінічної ортодонції та може бути використана як інструмент прогнозування складності лікування ретенуваних верхніх ікол до початку терапії. Її застосування дозволяє об'єктивізувати прийняття клінічних рішень, стратифікувати пацієнтів за рівнем ризику та оптимізувати планування лікувальної тактики.

Обговорення

У цьому дослідженні ми розробили та внутрішньо валідували багатофакторну прогностичну модель для кількісної оцінки складності ортодонтичного

лікування ретенуваних верхніх ікол на основі даних КПКТ, виконаних до лікування. На відміну від попередніх підходів, наша модель інтегрує як локальні анатомічні характеристики ретенуваного зуба (глибина, кути, відстань до кореня бічного різця), так і глобальні краніофціальні показники (вертикальний тип росту, об'єм носоглотки), що відображає сучасне розуміння багатофакторної етіології ретенції [1, 3, 10].

Більшість існуючих систем, зокрема індекс KPG, оцінюють переважно анатомічне положення ікла (кут до середньої лінії, глибину, мезіодистальне положення), але є описовими і не надають кількісного прогностичного рівняння для індивідуального пацієнта [1, 6, 11]. Mahmood et al. (2025) показали, що більшість випадків ретенції верхніх ікол класифікуються як «складні» за KPG, причому щільність кістки не корелює з KPG, що підкреслює необхідність незалежної оцінки обох факторів при плануванні лікування [11].

Ciger et al. (2024) оцінили клінічну валідність KPG та виявили, що прогностична точність індексу варіює від 50 % для складних випадків до 100 % для дуже складних, що підтверджує його обмежену чутливість для помірних та складних випадків [12]. Nucci et al. (2024) запропонували новий індекс складності лікування (TDI) для непрорізаних верхніх ікол, який включає аналіз КПКТ-зображень та дозволяє прогнозувати тривалість і складність ортодонтичного лікування [13]. Наша модель, на відміну від KPG та TDI, дає конкретне чисельне значення Z та порогові значення для стратифікації пацієнтів на три рівні складності, що робить її більш клінічно орієнтованою.

Систематичний огляд Mahajan et al. (2025) підтвердив, що вік пацієнта, положення та кут нахилу ретенуваного ікла мають значущий вплив на тривалість лікування, однак автори не запропонували інтегральної моделі [6]. Brands et al. (2025) розробили статистичну модель для прогнозування тривалості тяги ретенуваних ікол із точністю 91 %, включивши горизонтальне положення ікла, розмір фолікула, вертикальну висоту та положення апекса [9].

Це важливе досягнення, але їхня модель зосереджена виключно на тривалості активної тяги та ігнорує загальний краніофціальний контекст. Крім того, Brands et al. розробили окрему модель для прогнозування резорбції кореня з точністю 76 %, виявивши факторами ризику агенезію (за винятком бічних різців), мікродонтію бічного різця та положення апекса ікла [9]. Натомість наша модель оцінює комплексну складність — необхідність хірургічного втручання, ризик резорбції кореня бічного різця та ускладнень — що є

більш клінічно релевантним для вибору тактики лікування [3, 4, 6].

Однією з ключових знахідок нашого дослідження є те, що об'єм носоглотки $\rho = -0,71$ та вертикальний тип росту (SN-GoGn, $\rho = +0,58$) незалежно асоціюються з рівнем LOI. Це підтверджує гіпотезу про те, що «скелетне середовище» модулює складність лікування ретендованих ікол. Сучасні дослідження демонструють тісний взаємозв'язок між обструкцією верхніх дихальних шляхів, вертикальним типом росту та розвитком зубощелепної системи [7, 8, 10, 22, 23].

Fagundes et al. (2022) у метааналізі показали, що діти з обструктивним апное сну мають виражені краніофасціальні зміни, включаючи збільшення кута SN-GoGn та ретрогнатію щелеп [10]. Salazar et al. (2024) у систематичному огляді з мережевим метааналізом виявили значні відмінності в об'ємі верхніх дихальних шляхів між різними сагітальними та вертикальними скелетними конфігураціями, що узгоджується з нашими висновками [22]. Di Carlo et al. (2024) підтвердили кореляцію між дентоскелетними параметрами краніофасціальної морфології та об'ємом верхніх дихальних шляхів [23]. Shen et al. (2025) виявили, що відношення об'єму аденоїдів до об'єму носоглотки (AV/NPV) позитивно корелює з АНІ, тоді як ширина верхньої щелепи (Mx-Mx) та мінімальна площа повітряного простору (ММА) є незалежними предикторами АНІ [8]. Savoldi et al. (2024) підкреслили, що КПКТ є «золотим стандартом» для діагностики зубощелепних аномалій, однак використання КПКТ для аналізу верхніх дихальних шляхів потребує подальшої валідації [7]. Наше дослідження робить внесок у цю валідацію, демонструючи клінічну значущість вимірювання об'єму носоглотки у пацієнтів із ретенцією ікол.

Найсильнішим предиктором у нашій моделі виявилася глибина розташування ікла ($OR = -2,85$; $\rho = +0,81$), що узгоджується з даними Brands et al. (2025) про вплив вертикальної висоти на тривалість тяги [9]. Poggio et al. (2024) показали, що наявність ретендованого верхнього ікла подовжує тривалість ортодонтичного лікування, причому погіршення зміщення та ротації ікла значно подовжують час лікування [17]. Migliorati et al. (2024) дослідили техніку «canine first» та виявили, що кут $\alpha < 22^\circ$ є сприятливим прогностичним фактором, а загальний рівень успіху склав 88,85 % [18]. Vasočić et al. (2025) підтвердили, що вік пацієнта, положення ікла та кут нахилу до середньої лінії мають статистично значущий вплив на тривалість лікування [19].

Найкоротша відстань до кореня бічного різця ($OR = 0,42$; $\rho = -0,74$) мала обернений зв'язок,

що підтверджує результати Topsakal et al. (2024), які виявили, що медіальне положення ікла та контакт із коренем бічного різця є факторами ризику резорбції кореня [1]. Türker et al. (2025) у КПКТ-дослідженні показали, що піднебінне положення та контакт ретендованого верхнього ікла з сусідніми зубами збільшують частоту резорбції кореня, особливо впливаючи на бічні різці [20]. Kapila et al. (2024) у систематичному огляді та мета-аналізі підтвердили, що КПКТ є клінічно більш інформативним, ніж панорамна рентгенографія, для оцінки резорбції коренів сусідніх зубів [21]. У нашій роботі контакт із коренем бічного різця спостерігався у 67,9 % пацієнтів групи LOI 2 порівняно з 11,8 % у групі LOI 0 ($p < 0,001$), що підкреслює необхідність ранньої діагностики таких випадків за допомогою КПКТ [3, 7].

Кут до площини оклюзії (α , $OR = 1,78$; $\rho = +0,72$) також виявився значущим предиктором: більш вертикальна орієнтація ікла (наближена до нормальної) полегшує його переміщення, тоді як горизонтальне положення або дивергенція потребують складнішої біомеханіки [6, 9, 18].

У біваріантному аналізі (табл. 4) такі параметри, як кут до середньосагітальної площини (β) ($\rho = +0,68$), дилацерація кореня ($\rho = +0,62$) та ширина фолікулярного простору ($\rho = +0,59$), демонстрували сильні кореляції з LOI. Однак вони не були включені до фінальної мультифакторної моделі порядкової логістичної регресії. Це не протиріччя, а очікуваний статистичний феномен, зумовлений мультиколінеарністю — тобто високим ступенем взаємозв'язку між предикторами. Іншими словами, β , дилацерація та ширина фолікула несуть інформацію, яка частково дублюється іншими, більш сильними предикторами: глибиною розташування ($\rho = +0,81$), кутом α ($\rho = +0,72$) та відстанню до кореня бічного різця ($\rho = -0,74$). Коли ці три параметри вже включені до моделі, додатковий внесок β , дилацерації та ширини фолікула стає статистично незначущим.

Відсутність ширини фолікулярного простору в нашій фінальній моделі не суперечить даним Brands et al. (2025), оскільки вони оцінювали тривалість тяги, тоді як наша модель оцінює комплексну складність (LOI) [9]. Крім того, наша вибірка обмежена віком 10–14 років, тоді як у дослідженні Brands et al. віковий діапазон був ширшим, що могло вплинути на значущість цього параметра. Важливо підкреслити: відсутність деяких параметрів у фінальній моделі не применшує їхньої клінічної важливості, а лише вказує на те, що їхній прогностичний ефект уже врахований через інші, тісніше пов'язані з ре-

зультатом змінні. Це типова ситуація при побудові багатофакторних регресійних моделей.

Епідеміологічний контекст, етіологія та інтерцептивне лікування

Поширеність ретенції верхніх ікол, за даними Lövgren et al. (2019), при систематичному впровадженні інтерцептивного лікування становить 1,1 % ($N=601$), причому серед пацієнтів переважають дівчата (65 %) [2]. У нашій вибірці частка дівчат у групах з вищим рівнем втручання (LOI 2 — 64,3 %) узгоджується з цими даними.

Jang et al. (2023) у своєму огляді зазначають, що поширеність ретенції верхніх ікол коливається від 1,1 до 3,0 % залежно від популяції, причому у західних популяціях переважає піднебінна ретенція, тоді як у деяких азійських популяціях частіше зустрічається вестибулярна [3]. Автори також підкреслюють, що вестибулярно зміщені ікла асоціюються з вузькою міжкікловою шириною верхньої щелепи, загальним скупченням зубів та скелетним класом III [3]. Peck et al. (2024) у систематичному огляді та метааналізі показали, що етіологія ретенції верхніх ікол є складною комбінацією генетичних та локальних факторів, причому агенезія бічних різців часто асоціюється з піднебінною ретенцією ікол [25].

Philip-Alliez et al. (2025) у своєму огляді продемонстрували, що раннє видалення тимчасових ікол сприяло спонтанному прорізуванню постійних ікол у 87 % випадків. Невдачі були пов'язані з більшою початковою ангільцією, більш вираженим зміщенням ікла, запаленням перікоронального мішка та відсутністю резорбції кореня тимчасового ікла [4]. Bazargani et al. (2024) підтвердили довгострокову ефективність раннього видалення тимчасових ікол для профілактики ретенції постійних ікол, зазначивши, що невдачі пов'язані з більшою початковою ангільцією та більш вираженим зміщенням [26]. Ці дані підкреслюють важливість ранньої діагностики, яку забезпечує наша прогностична модель.

Дорошенко О. М. та співавт. (2025) у систематичному огляді сучасних методів прискорення ортодонтичного переміщення зубів дійшли висновку, що хірургічні методи (кортикотомія, п'єзоцизія, мікроостеоперфорації) демонструють найбільш значний та надійний вплив на прискорення руху зубів [5]. Alikhani et al. (2024) у систематичному огляді підтвердили ефективність хірургічно-ортодонтичних методів для лікування ретенованих ікол [24]. Наша модель може допомогти ідентифікувати пацієнтів, які найбільше потребуватимуть таких додаткових методів прискорення.

Savoldi et al. (2024) підкреслили, що КПКТ є «золотим стандартом» для діагностики зубощелепних аномалій [7]. Turkoglu et al. (2025) розробили модель глибокого навчання nnU-Net v2 для автоматичної сегментації ретенованих ікол у КПКТ-об'ємах, яка демонструє високу ефективність та підкреслює потенціал штучного інтелекту для підвищення діагностичної ефективності [14]. Lee et al. (2025) показали, що AI-система на основі 228 КПКТ-сканів досягла точності 96,2 % у визначенні положення ретенованих ікол, покращила клінічне розуміння складності та підтримує прийняття обґрунтованих рішень щодо лікування [15]. Park et al. (2024) виявили, що 3D КПКТ-дані надають ортодонтам більш повне розуміння просторових взаємозв'язків між ретенованими іклами та сусідніми зубами, що суттєво впливає на прийняття клінічних рішень [16]. Van der Heyden et al. (2025) дослідили AI-модель для прогнозування шляху прорізування верхніх ікол; при достатній точності така модель може бути використана для ранньої діагностики та інтерцепції ретенції [27].

Наше дослідження підтверджує, що тривимірна оцінка положення ікла є критично важливою для прогнозування складності, але для широкого впровадження подібних моделей у клінічну практику необхідні подальші дослідження з зовнішньою валідацією та розробка зручних програмних інструментів.

Lombardo et al. (2025) у систематичному огляді показали перспективний потенціал систем елайнерів у лікуванні ретенованих ікол, особливо в комбінації з гібридним підходом або TADs (тимчасовими ортодонтичними мінігвинтами), що значно знижує потребу в складних ортодонтичних апаратах [28]. Це відкриває нові можливості для лікування пацієнтів з LOI 1 та LOI 2, які раніше потребували складнішої біомеханіки. Наша модель може допомогти в ідентифікації пацієнтів, які потенційно можуть отримати користь від таких сучасних підходів.

Обмеження дослідження

Слід чесно визнати кілька обмежень нашої роботи. По-перше, ретроспективний дизайн несе ризик селекційного зміщення, хоча чіткі критерії включення та засліплення мінімізують його. По-друге, LOI як залежна змінна частково залежить від клінічної тактики та досвіду лікаря, а не лише від біологічної складності. Тому модель може краще прогнозувати «ймовірну інтенсивність лікування в даній клінічній системі», ніж абсолютну анатомічну складність. Це обмеження спільне для багатьох прогностичних

моделей в ортодонції [4, 9]. По-третє, недостатнє співвідношення EPV (при 7–8 предикторах та 28 пацієнтах у LOI 2 EPV $\approx 3,5$) збільшує ризик перенавчання (overfitting). Хоча ми застосували покроковий відбір та 10-кратну крос-валідацію, майбутні дослідження мають підтвердити нашу модель на незалежних більших вибірках, бажано з використанням LASSO-регресії або методів машинного навчання [9, 14, 15]. По-четверте, відсутність зовнішньої валідації в інших центрах з різними популяціями та протоколами лікування обмежує генералізованість отриманих результатів. По-п'яте, група порівняння (контроль) використовувалася лише для демонстрації краніофасціальних відмінностей, але не входила до прогностичної моделі, що є дизайнерським рішенням, а не обмеженням *per se*.

Напрямки подальших досліджень

Для підвищення надійності нашої моделі доцільним є:

- 1) проведення багатоцентрового проспективного дослідження із зовнішньою валідацією;
- 2) застосування LASSO-регресії або методів машинного навчання для відбору предикторів та зменшення ризику overfitting [14, 15];
- 3) оцінка клінічної користі за допомогою decision curve analysis (DCA);
- 4) розробка спрощеної версії моделі з меншою кількістю змінних (наприклад, лише глибина та відстань до кореня) для рутинного використання в умовах обмежених ресурсів;
- 5) вивчення можливості інтеграції AI-сегментації для автоматичного вимірювання параметрів нашої моделі [14, 15, 27];

6) дослідження зв'язку між типом дихання (ротове, носове), аденоїдними вегетаціями та ефективністю ортодонтичної тяги ретенуваних ікол, що може відкрити нові можливості для міждисциплінарної корекції [7, 10, 22, 23];

7) оцінка застосовності моделі для прогнозування успіху лікування системами елайнерів [28].

Висновок

Наше дослідження демонструє, що комбінація локальних КПКТ-параметрів ретенуваного верхнього ікла (глибина, відстань до кореня бічного різця, кут до площини оклюзії) та глобальних краніофасціальних характеристик (об'єм носоглотки) дозволяє створити прогностичну модель із доброю пояснювальною здатністю (Nagelkerke $R^2 = 0,62$). Модель потребує зовнішньої валідації, але вже зараз може слугувати допоміжним інструментом для стратифікації пацієнтів за рівнем складності лікування ретенуваних верхніх ікол та оптимізації клінічних рішень.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Topsakal, K. G., Gökmen, Ş., Uçaker, Y. E., et al. (2024). Assessment of the positional and morphological differences of unilaterally impacted canines: A cross-sectional study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 125(4), 101920. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2024.101920>.
2. Lövgren, M. L., Dahl, O., Uribe, P., Ransjö, M., & Westerlund, A. (2019). Prevalence of impacted maxillary canines—an epidemiological study in a region with systematically implemented interceptive treatment. *Eur J Orthod*, 41(5), 454–459. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjz056>.
3. Ki-Taeg Jang. (2023). Management of Maxillary Impacted Canines. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 50(2), 142–154. DOI: <https://doi.org/10.5933/JKAPD.2023.50.2.142>.
4. Philip-Alliez, C., et al. (2025). Prophylaxis of impacted canines: Prevention, diagnosis, and early management. *Orthod Fr*, 96(1), 79–104. DOI: <https://doi.org/10.1684/orthodfr.2025.183>.
5. Doroshenko, O. M., Doroshenko, M. V., & Omelianenko, O. A. (2025). Modern Methods of Accelerating Orthodontic Tooth Movement in Delayed Eruption: a Systematic review. *Actual Dentistry*, (3), 4–10. [Дорошенко, О. М., Дорошенко, М. В., & Омеляненко, О. А. (2025). Сучасні методи прискорення ортодонтичного переміщення зубів при затримці їх прорізування: систематичний огляд. *Сучасна стоматологія*, (3), 4–10]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-3-4> [in Ukrainian].

6. Mahajan, D., Parihar, A. V., Mairal, S., et al. (2025). Canine conundrum: Deciphering the factors at play—A systematic review. *J Orthod Sci*, 14(1), 13. DOI: https://doi.org/10.4103/jos.jos_94_24.
7. Savoldi, F., Dagassan-Berndt, D., Patcas, R., et al. (2024). The use of CBCT in orthodontics with special focus on upper airway analysis in patients with sleep-disordered breathing. *Dentomaxillofac Radiol*, 53(3), 178–188. DOI: <https://doi.org/10.1093/dmfr/twae001>.
8. Shen, W., Jin, C., Li, N., et al. (2025). Correlation between 3D craniofacial and upper airway structures and apnea hypopnea index in children. *Journal of Shandong University (Health Sciences)*, 63(7), 44–53. DOI: <https://doi.org/10.6040/j.issn.1671-7554.0.2025.0618>.
9. Brands, L., Kerbrat, J.-B., & Schouman, T. (2025). Maxillary impacted canines: Statistical modeling of traction duration and resorption. *L'Orthodontie Française*, 96(2), 203–215. DOI: <https://doi.org/10.1684/orthodfr.2025.187>.
10. Fagundes, N., et al. (2022). Obstructive sleep apnea and craniofacial morphology in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*, 62, 101589. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2022.101589>.
11. Mahmood, H., et al. (2025). 3D Assessment of Orthodontic Treatment Difficulty of Maxillary Impacted Canine Using KPG Index and Qualitative Bone Measurement. *Jaypee Brothers Medical Publishers*, DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3926>.
12. Ciger F., et al. (2024). Assessment of clinical validity of KPG index for 3D classification of impacted maxillary canines by cone beam computed tomography. *Orthod Craniofac Res*, 27(5), 712–719. DOI: <https://doi.org/10.1111/ocr.12788>.
13. Nucci L., et al. (2024). A treatment difficulty index for unerupted maxillary canines. *Eur J Paediatr Dent*, 25(2), 112–118.
14. Turkoglu, K., et al. (2025). Deep learning-based 3D automatic segmentation of impacted canines in CBCT scans. *BMC Oral Health*, 25(1), 89. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07117-5>.
15. Lee J. H., et al. (2025). AI-Assisted 3D diagnosis of impacted maxillary canines: A validation study. *J Clin Med*, 14(2), 456. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm14020456>.
16. Park, J. H., et al. (2024). The Influence of Three-Dimensional Cone Beam Computed Tomography (CBCT) Data on Decision-Making for Maxillary Impacted Canines. *Appl Sci*, 14(8), 3210. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14083210>.
17. Poggio, P. M., et al. (2024). Treatment duration by morphology and location of impacted maxillary canines: A cone-beam computed tomography investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 165(4), 401–410. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.12.014>.
18. Migliorati, M., et al. (2024). The “canine first technique” in maxillary impacted canines: analysis of the treatment duration and success of therapy. *Front Oral Health*, 5, 123456. DOI: <https://doi.org/10.3389/froh.2024.1444018>.
19. Vasović, D., et al. (2025). Factors influencing treatment duration of impacted maxillary canines. *Angle Orthod*, 95(3), 266–273. DOI: <https://doi.org/10.2319/080824-643.1>.
20. Türker, N., et al. (2025). Effect of maxillary impacted canine teeth on root resorption of adjacent teeth: a CBCT-based observational study. *BMC Oral Health*, 25(1), 234. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-07218-1>.
21. Kapila, S., et al. (2024). CBCT vs panoramic radiography in assessment of impacted upper canine and root resorption of the adjacent teeth: A systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol*, 53(2), 89–101. DOI: <https://doi.org/10.1093/dmfr/twae008>.
22. Salazar, L. M., et al. (2024). Do patients with different craniofacial patterns have differences in upper airway volume? A systematic review with network meta-analysis. *Eur J Orthod*, 46(3):cjae015. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjae015>.
23. Di Carlo, G., et al. (2024). Upper airway dimensions and craniofacial morphology: a correlation study using cone beam computed tomography. *Eur J Paediatr Dent*, 25(3), 187–193.
24. Alikhani, M., et al. (2024). Surgically facilitated orthodontic treatment of impacted canines: a systematic review. *J Oral Maxillofac Surg*, 82(5), 567–578. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2024.01.012>.
25. Peck, S., et al. (2024). The genetic basis of maxillary canine impaction: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res*, 27(S1), 45–56. DOI: <https://doi.org/10.1111/ocr.12725>.
26. Bazargani, F., et al. (2024). Long-term outcomes of early extraction of primary canines for prevention of permanent canine impaction. *Eur J Orthod*, 46(4): cjae025. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjae025>.
27. Van der Heyden H., et al. AI-based prediction of maxillary canine eruption pathway. KU Leuven Research Portal. 2024-2025.
28. Lombardo L., et al. (2025). Aligners as a Therapeutic Approach in Impacted Canine Treatment: A Systematic Review. *J Clin Med*, 14(6), 1892. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm14061892>.

A Predictive Model for Assessing the Difficulty of Orthodontic Treatment of Impacted Maxillary Canines Using Cone-Beam Computed Tomography

Doroshenko, O.¹, Malashenko, N.²

¹ Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine,

² Prestige Dentistry Clinic, Kyiv, Ukraine

Introduction. Impaction of maxillary canines is one of the most common eruption anomalies (prevalence: 0.92–3.0%) and represents a significant clinical challenge due to the risks of root resorption of adjacent teeth, occlusal disturbances, and aesthetic defects. Despite the existence of various classification systems (e.g., KPG, TDI), most are purely descriptive and fail to provide a quantitative prognostic assessment of future treatment difficulty. Moreover, existing models largely ignore the craniofacial context — particularly the facial skeletal growth pattern and the condition of the upper airways, which may significantly affect the efficiency of orthodontic traction.

Aim. To develop and internally validate a multifactorial predictive model based on quantitative CBCT-derived parameters (local characteristics of the impacted canine and global craniofacial variables) for the objective assessment of orthodontic treatment difficulty for impacted maxillary canines in children and adolescents aged 10–14 years.

Materials and Methods. A retrospective cohort study was conducted involving 174 patients of the main sample (102 — LOI 0, 44 — LOI 1, 28 — LOI 2) and 47 healthy controls. The Level of Orthodontic Intervention (LOI) was determined post hoc from the medical records. All patients pre-treatment CBCT using an i-CAT Gendex CB-500 device. Seven craniofacial parameters (SNA, SNB, ANB, SN–GoGn, SN–PP, PNS–PPA, and nasopharyngeal volume) and seven local parameters of the impacted canine (angles β and α , vertical depth, shortest distance to the lateral incisor root, contact, follicular space width, and root dilaceration) were assessed. Measurements were performed by two blinded, calibrated examiners (ICC > 0.90). Ordinal logistic regression with stepwise selection, a multicollinearity check (using variance inflation factor, VIF), and the Brant test were used for model building. Internal validation was performed using 10-fold cross-validation.

Results. Four independent predictors entered the final model: vertical depth of the canine (OR = 2.85; 95% CI: 1.90–4.28; $p < 0.001$), shortest distance to the lateral incisor root (OR = 0.42; 95% CI: 0.28–0.63; $p < 0.001$), nasopharyngeal volume (OR = 0.55; 95% CI: 0.38–0.79; $p = 0.001$), and angle to the occlusal plane (OR = 1.78; 95% CI 1.12–2.83; $p = 0.015$). The model showed good explanatory power (Nagelkerke $R^2 = 0.62$) and statistical significance ($\chi^2 = 68.4$; $p < 0.001$). A mathematical equation for the linear predictor Z and cut-off values ($\tau_1 = 0.8$; $\tau_2 = 2.1$) were developed to stratify patients into three difficulty levels: LOI 0 ($Z \leq 0.8$), LOI 1 ($0.8 < Z \leq 2.1$), and LOI 2 ($Z > 2.1$).

Conclusions. The proposed predictive model allows for a quantitative assessment of orthodontic treatment difficulty for impacted maxillary canines prior to treatment initiation based on four key CBCT parameters. Although the model requires external validation on multicenter samples, it can currently serve as an auxiliary tool for patient stratification, treatment strategy optimization (observation, early surgical exposure, or autotransplantation), and for counseling patients regarding expected treatment duration and risks.

Keywords: impacted maxillary canines, cone-beam computed tomography (CBCT), predictive model, ordinal logistic regression, treatment difficulty, nasopharyngeal volume.

Стаття: надійшла до редакції 10.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.;
опублікована 29.05.2026 р.

Дорошенко Олена Миколаївна

Доктор медичних наук, професор,
професор кафедри ортопедичної
стоматології та імплантології
Національного університету охорони
здоров'я України імені П. Л. Шупика,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-8859-3610>

Малашенко Наталія Юріївна

Кандидат медичних наук,
лікар стоматолог-ортодонт
вищої категорії,
ПП «Стоматологія Престиж»,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-2714-7606>

DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2026-2-ORSR-4>

УДК 616.314.17-008.8-078:519.237.7(045)

*Віталій Біда, Владислав Гуменюк**Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, Київ, Україна*

Методи багатовимірного статистичного аналізу в дослідженнях мікробіому порожнини рота при захворюваннях пародонта та післяімплантаційних ускладненнях: сучасний стан і перспективи застосування

▷ **Актуальність.** Мікробіом порожнини рота пацієнтів, які потребують дентальної імплантації, особливо на фоні захворювань пародонта, характеризується десятками показників, які утворюють складну взаємозалежну систему. Традиційні одновимірні статистичні методи, що активно використовуються у стоматологічних дослідженнях, не дозволяють відобразити цю структурну складність та виявити приховані закономірності, що є критично важливими для персоналізації клінічних рішень.

Мета. Проаналізувати сучасний стан застосування методів багатовимірного статистичного аналізу (теплових карт (heatmap), ієрархічної кластеризації, методу головних компонент (PCA) та ROC-аналізу) у дослідженнях мікробіому порожнини рота при захворюваннях тканин пародонта та післяімплантаційних ускладненнях, обґрунтувати їх переваги над традиційними підходами та окреслити перспективи впровадження в наукову діяльність та клінічну практику.

Матеріали та методи. Проведено комплексний аналіз 48 рецензованих публікацій із наукометричних баз даних PubMed, Scopus та Web of Science (2015–2025 pp.). Крім того, у дослідження було включено клінічні та мікробіологічні дані пілотної когорти пацієнтів для оцінки практичного впровадження методів неконтрольованої кластеризації (unsupervised clustering) та візуалізації теплових карт (heatmap).

Результати. Ієрархічна кластеризація дозволяє виявляти клінічно значущі підгрупи пацієнтів за мікробним профілем, які корелюють із PPD та CAL, але не виявляються при традиційному аналізі. PCA-аналіз ефективно редукує розмірність мікробіологічних матриць і виявляє латентні осі варіабельності, пов'язані з дисбіозом. Теплові карти у поєднанні з кластеризацією дозволяють одночасно візуалізувати індивідуальні мікробні профілі та AMR-патерни, що є недосяжним при стандартних мікробіологічних підходах.

Висновки. Методи багатовимірного аналізу є значно ефективнішими порівняно з традиційними одновимірними підходами для дослідження мікробіому порожнини рота при захворюваннях пародонта та периімплантатних ураженнях і мають значний потенціал для впровадження в персоналізовану стоматологічну практику.

Ключові слова: *антимікробна резистентність, багатовимірний статистичний аналіз, ієрархічна кластеризація, метод головних компонент, мікробіом порожнини рота, пародонтит, периімплантит, персоналізована стоматологія, ROC-аналіз, heatmap (теплова карта).*

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Захворювання пародонта та ускладнення, які супроводжують дентальну імплантацію, є одними з найпоширеніших проблем у стоматологічній

практиці, що пов'язані з інфекційним фактором. За даними ВОЗ, хронічний генералізований пародонтит важкого ступеня зустрічається у 10–15 % дорослого населення планети, а усклад-



нення періімплантатні ураження реєструються у 25–56 % пацієнтів [1, 2]. Обидва стани мають єдину мікробіологічну основу, а саме зсув складу орального мікробіому від фізіологічних мікробних спільнот до патологічних консорціумів з домінуванням анаеробних пародонтопатогенів та мікроорганізмів з профілями множинної резистентності [3, 4].

Такі сучасні методи мікробіологічного дослідження, як бактеріологічні посіви, секвенування 16S рРНК та метагеномний аналіз, генерують масиви багатовимірних даних: матриці «мікроорганізм — пацієнт», «мікроорганізм — антибіотик», профілі alpha- та beta-різноманітності. Однак, попри доступність таких технологій, у більшості стоматологічних публікацій аналіз досі обмежується описовою статистикою та простими порівняннями між групами, що не дозволяє найповніше розкрити системну структуру мікробіологічних даних та виявити патерни, критично важливі для клінічних рішень [5, 6].

З іншого боку, такі методи багатовимірної статистичного аналізу, як теплові карти (heatmap), ієрархічна кластеризація, метод головних компонент (PCA) та ROC-аналіз, давно увійшли в стандартний арсенал онкологічних, інфекційних та молекулярно-мікробіологічних досліджень [7, 8]. Проте їх систематичне впровадження у стоматологічні дослідження, зокрема у дентальну імплантологію, залишається обмеженим. Відсутній аналітичний огляд, який систематизував би наявні докази ефективності цих методів саме в контексті мікробіому пародонта і періімплантатних тканин.

Тому **метою** нашого дослідження було проаналізувати сучасний стан застосування методів багатовимірної статистичного аналізу (теплових карт (heatmap), ієрархічної кластеризації, методу головних компонент (PCA) та ROC-аналізу) у дослідженнях мікробіому порожнини рота при захворюваннях пародонта та післяімплантаційних ускладненнях, обґрунтувати їх переваги над традиційними підходами та визначити перспективи впровадження в наукові дослідження та клінічну стоматологічну практику.

Матеріали та методи дослідження

Проведено систематизований аналіз публікацій із баз даних PubMed, Scopus та Web of Science за 2015–2025 рр. Пошук здійснювався за ключовими термінами: «oral microbiome AND heatmap», «hierarchical clustering AND periodontitis», «PCA AND oral microbiota», «ROC analysis AND peri-implantitis», «antibiotic resistance AND clustering AND dentistry», «multivariate AND dental implant microbiome».

Критерії включення: оригінальні дослідження або систематичні огляди, опубліковані у рецензованих виданнях англійською мовою у 2015–2025 рр., із застосуванням щонайменше одного методу багатовимірної аналізу; дослідження на людях; а також тематика яких охоплює опис мікробіому порожнини рота при захворюваннях пародонта, періімплантатних ураженнях або антимікробну резистентність орального мікробіому.

Критерії виключення: описи клінічних випадків (case-reports), коментарі, листи до редакції, дослідження на тваринах, публікації без доступу до повного тексту. За результатами скринінгу заголовків і анотацій відібрано 48 публікацій (із 312 знайдених), що повністю відповідали критеріям включення. Якісний синтез даних здійснювався за наративним принципом із фокусом на методологічних аспектах.

Результати дослідження та їх обговорення

У більшості проаналізованих нами стоматологічних досліджень мікробіологічний аналіз обмежувався якісною чи напівкількісною ідентифікацією окремих мікроорганізмів, порівнянням їхньої частоти між групами за допомогою критерію χ^2 , розрахунком відносного ризику або відношення шансів для окремих патогенів. При оцінці антибіотикочутливості стандартна антибіотикограма трактувалася для кожного мікроорганізму ізольовано [9, 10]. Такий підхід має принципові обмеження з огляду на сучасне розуміння пародонтиту і періімплантиту як полімікробних захворювань. Систематичний огляд 64 досліджень на 3 730 зразках (Sahrmann P. et al., 2020) показав, що жоден мікробний вид не є специфічним для періімплантиту при використанні традиційних культуральних методів [11, 27], що зумовлює необхідність переходу від аналізу окремих видів до оцінки мікробної спільноти як цілісної системи. Водночас метагеномні дослідження, із застосуванням методів аналізу мікробних спільнот послідовно демонструють структурно відмінні мікробні патерни при пародонтиті та періімплантиті [3, 12].

Окремою проблемою є оцінка антимікробної резистентності (AMR) оральної мікробіоти. Традиційний аналіз антибіотикограми для окремих штамів не відображає інтегральний потенціал резистентності мікробного комплексу пацієнта, хоча, за даними систематичного огляду, у 72,7 % стоматологічних пацієнтів виявлено гени резистентності щонайменше до одного класу антибіотиків, причому з домінуванням erm-генів (58,2 %), що кодуєть резистентність до макролі-

дів [13]. Ці дані обґрунтовують необхідність оцінки AMR-профілю на рівні мікробного комплексу, а не окремих ізолятів.

Наступним **сучасним аналітичним інструментом є теплові карти (heatmap)** — метод матричної візуалізації, де числові значення кодуються кольором за градієнтною шкалою. Головною перевагою heatmap над звичайними таблицями є можливість одночасно візуалізувати сотні змінних для десятків пацієнтів у вигляді структурованого зображення, в якому зір людини безпосередньо сприймає патерни подібності та розбіжності [14]. У стоматологічних дослідженнях heatmap використовується для двох суттєво різних матриць: «пацієнт — мікроорганізм» для відображення індивідуальних мікробних профілів, та «мікроорганізм — антибіотик» для характеристики AMR-патернів. Ghensi P. et al. (2020) вперше застосували метагеномний аналіз із роздільною здатністю до рівня штамів (strain-resolution metagenomics) із побудовою heatmap для ідентифікації специфічних мікробних сигнатур періімплантиту, що дозволило виявити унікальний «періімплантатний мікробний комплекс» (PiRC), не виявлений при традиційному аналізі [15].

Ключовою перевагою heatmap є її аналітична, а не тільки візуалізаційна функція. Поєднання теплових карт із ієрархічною кластеризацією, що впорядковує рядки та стовпці матриці відповідно до їхньої подібності, перетворює heatmap на ефективний інструмент первинного виявлення структурних груп пацієнтів. Дослідження Zhang Y. et al. (2022) на 64 зразках із застосуванням метагеномного секвенування та heatmap-аналізу показало, що при запаленні мікробні спільноти стають менш пов'язаними та із меншою кількістю «вузлових видів» (hub species), тоді як надясневі спільноти збільшують зв'язність. Описані відмінності були виявлені виключно завдяки мережевому heatmap-аналізу [4].

AMR-heatmap відкриває нові діагностичні можливості. Anderson A. et al. (2023) дослідили мікробіом та резистом у 179 пацієнтів (здорові, карієс, пародонтит) методом метагеномного секвенування у поєднанні із культуральним методом, використовуючи heatmap для відображення розподілу генів резистентності. Виявлено 2 069 295 923 класифіковані роди, що охоплюють 4 856 видів. Heatmap дозволила одночасно відобразити мікробне різноманіття та розподіл профілів генів антибіотикорезистентності (ARG), що було б неможливим за допомогою традиційних таблиць [13].

Показовим прикладом застосування AMR-heatmap у вітчизняній стоматологічній практиці

є власне пілотне дослідження автора статті [28]. У дослідженні за участю 27 пацієнтів із хронічним генералізованим пародонтитом на матриці «мікроорганізм — антибіотик» побудовано теплову карту чутливості, яка одночасно відобразила AMR-патерни всіх виділених ізолятів. Heatmap наочно виявила контрастні профілі: *Streptococcus mitis* демонстрував високу чутливість до цефепіму, цефотаксиму та цефуросиму (світлі комірки), тоді як *Enterobacter cloacae* і *Pseudomonas putida* — повну резистентність до пеніциліну та амоксициліну (темні комірки). *Prevotella spp.* мали змішаний профіль: вони були чутливі до меропенему та інгібіторозахищених пеніцилінів, але резистентні до монопеніциліну. Такий підхід дав змогу відразу виявити клінічно значущі патерни, непомітні при послідовному аналізі антибіотикограм для кожного ізоляту окремо [28].

Ієрархічна кластеризація — метод математичного групування пацієнтів за мікробним профілем, який дає змогу виявляти природні групи серед об'єктів на основі їхньої взаємної подібності без апіорних припущень щодо кількості груп. У медичних дослідженнях цей підхід дозволяє диференціювати пацієнтів за мікробіологічним профілем та зіставити виділені кластери з клінічними проявами, відкриваючи шлях до персоналізованої терапії [16].

Серед досліджень, що найповніше розкрили клінічний потенціал кластеризації мікробіому, звертає на себе увагу дослідження Wirth R. et al. (2021). Авторами було проведено глибоке ампліконне секвенування 121 пародонтальної кишені 9 пацієнтів із аналізом метагеному слини. Ієрархічна кластеризація виявила три чіткі мікробні кластери; при цьому два клінічні параметри — PPD (глибина зондування кишень) та CAL (втрата клінічного прикріплення) — достовірно корелювали з кластерною належністю. Дисбіотичні мікробіоми мали меншу різноманітність, а рівень обсіменіння пародонтальних кишень *Tannerella forsythia* у 16–17 разів перевищував показники здорових пацієнтів. Таким чином, кластерний аналіз може використовуватися для виявлення специфічних таргетів антибактеріальної терапії [17].

Кластеризація без учителя (unsupervised clustering) використовувалася і у дослідженнях періімплантиту. Wang C. W. et al. (2021) застосували машинне навчання з ієрархічною кластеризацією імунних та мікробних профілів для стратифікації пацієнтів із періімплантитом. Метод виявив групи «низького» та «високого» ризику з глибоко відмінними мікробними характеристиками: у групі високого ризику було достовірно підвищено вміст *Fusobacterium nucleatum* та *Prevotella intermedia*.

Клінічно значущими виявились результати 6-місячного моніторингу ефективності регенеративного лікування пацієнтів із післяімплантаційними ускладненнями, які значно відрізнялись між класстерами, чого традиційне групування пацієнтів не давало змоги передбачити [18].

Метод мікробної кластеризації можна також застосовувати як предиктор відповіді на антибіотикотерапію. Дослідження Hagenfeld D. et al. (2024) за участю 163 пацієнтів із пародонтитом показало, що мікробний профіль на початковому етапі, визначений за допомогою PCA і кластеризації, достовірно передбачає клінічні результати ад'ювантної антибіотикотерапії (амоксацилін + метронідазол). На думку дослідників, саме базовий мікробний кластер, а не факт призначення антибіотика, був головним предиктором клінічного результату [19], що має вагоме значення для персоналізації антибактеріальної терапії.

Окремо слід звернути увагу на методологічні аспекти такого аналітичного підходу. Так, для підвищення надійності кластерного рішення рекомендують використовувати метод Ворда (Ward's method), який мінімізує внутрішньокластерну суму квадратів відхилень, та евклідову відстань як міру подібності. Оптимальну кількість кластерів доцільно визначати за індексом силуету та Гар-статистикою, а також верифікувати їхню стабільність методом бутстреп-реплікацій (bootstrap) із розрахунком індексу Жаккара (стабільним вважається значення, що становить 0,75 і більше) [20, 21].

Практичну цінність ієрархічної кластеризації у стоматологічному контексті підтверджують також результати пілотного дослідження Гуменюка В. (2025) [28]. Побудована дендрограма за методом Ворда з евклідовою відстанню для 27 ізолятів пацієнтів із хронічним генералізованим пародонтитом виділила три стабільні кластери антибіотиків: перший об'єднав цефепім, цефотаксим, цефуроксим і меропенем (β -лактами широкого спектра з найвищою загальною активністю); другий — пеніцилін і амоксицилін (ефективні лише щодо стрептококів); третій — кліндаміцин, ванкоміцин, тейкопланін і гентаміцин із вибірковою дією на грампозитивну флору. Таким чином, замість оцінки чутливості мікробіоти порожнини рота до понад 20 антибіотиків окремо, вдалося отримати структуровану картину трьох функціональних груп, що дає змогу оптимізувати вибір схеми антибіотикопрофілактики на етапі підготовки до дентальної імплантації [28].

Метод головних компонент (PCA): редукція розмірності та виявлення латентних факторів. PCA (Principal Component Analysis) пере-

творює набір корельованих змінних у менший набір ортогональних компонент, що зберігають максимум дисперсії вихідних даних. У мікробіологічних дослідженнях, де кількість змінних (видів мікроорганізмів, генів резистентності) може значно перевищувати кількість спостережень, PCA є оптимальним інструментом для усунення мультиколінеарності та виявлення прихованих структур [22]. Дослідження Hagenfeld D. et al. (2024) за участю 163 пацієнтів продемонструвало потужність PCA для візуалізації відмінностей між пацієнтами з різним мікробним профілем. Графіки PCA (PCA-plots) виявили, що пацієнти з різними вихідними мікробними профілями достовірно розмежовуються у просторі перших двох головних компонент (PERMANOVA, $F = 4,195$, $p = 0,0003$). При цьому окремі клінічні параметри такого розмежування не забезпечували. Важливо, що 3-місячна відповідь на антибіотикотерапію помітно різнилась саме між PC-кластерами, а не між клінічними групами [19]. Soueidan A. et al. (2024) застосували PCA у контексті pooled-аналізу мікробіому при пародонтиті ($n = 262$). PCA за мікробними видами дав змогу виявити панель із шести видів, що найбільш ефективно розмежовують здоровий пародонт та пародонтит. ROC-крива для моделі на основі цих PC-компонентів демонструвала $AUC = 0,93$, що є відмінним показником прогностичної цінності [26].

На нашу думку, метод PCA має певні переваги над традиційним кореляційним аналізом, оскільки стандартний кореляційний аналіз між парами змінних не виявляє латентних факторів варіабельності, які охоплюють одночасно кілька мікробіологічних характеристик. Biplot — інструмент візуалізації даних у просторі перших двох головних компонент — дає змогу одночасно візуалізувати розміщення пацієнтів і «навантаження» окремих мікробних видів, наочно демонструючи, які саме мікроорганізми роблять найбільший внесок у розмежування груп.

ROC-аналіз: від клінічних індексів до мікробних біомаркерів. ROC-аналіз (Receiver Operating Characteristic analysis) широко використовується для оцінки дискримінаційної здатності діагностичних тестів та прогностичних моделей. Площа під ROC-кривою (AUC) є мірою загальної прогностичної здатності: $AUC > 0,9$ розглядається як відмінна, 0,8–0,9 — як хороша, 0,7–0,8 — як прийнятна [23].

Soueidan A. et al. (2024) провели об'єднаний (pooled) аналіз 262 зразків із 4 незалежних когорт, виявивши панель 6 видів-біомаркерів пародонтиту. ROC-крива для шестивидової мікробної моделі показала $AUC = 0,93$, що набагато вище порівняно

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика традиційних та багатовимірних методів аналізу мікробіологічних даних у стоматологічних дослідженнях

Характеристика методу	Традиційні методи	Багатовимірні методи
Одиниця аналізу	Окремий мікроорганізм або ізолюваний показник	Мікробна спільнота (профіль) як цілісна система
Врахування полімікробних взаємодій	Відсутнє (ізолюваний розгляд компонентів)	Інтегральна оцінка мікробного комплексу
Виявлення структурних груп пацієнтів	Суб'єктивний клінічний поділ	Математична кластеризація з верифікацією стабільності
Аналіз антимікробної резистентності (AMR)	Окремий штам — окремий антибіотик	Інтегральний AMR-патерн усього мікробного комплексу
Редукція розмірності даних	Не передбачена (громіздкі матричні таблиці)	PCA — виявлення латентних факторів
Прогностична цінність (AUC)	Низька або помірна (PPD/BOP: 0,65–0,72)	Висока (мікробні моделі: до 0,93) [13]
Виявлення прихованих закономірностей	Вкрай обмежене через лінійність аналізу	Високе (синергетичне поєднання кластеризації та PCA)
Відтворюваність результатів	Залежить від суб'єктивного досвіду інтерпретатора	Висока (стандартизована, програмно реалізована, біостатистична)
Підтримка клінічних рішень	Емпіричний підхід, що базується на досвіді клініциста	Кількісний ризик-скор + персоналізований алгоритм терапії

зі стандартними клінічними індексами — глибиною зондування кишень (PPD) та кровоточивістю при зондуванні (BOP). Це демонструє, що мікробна модель, побудована за допомогою методів машинного навчання та валідована ROC-аналізом, суттєво перевершує традиційні клінічні параметри у прогнозуванні пародонтиту [26].

Дослідження Kang J. et al. (2021) на 112 зразках зубного нальоту продемонструвало застосування ROC-аналізу для оцінки діагностичної цінності ARG-профілів пародонта. ROC-криві для окремих ARG-генів та їх комбінацій дозволили визначити оптимальні порогові значення (cut-off values) для передбачення відповіді на антибіотикотерапію [24].

ROC-аналіз забезпечує додаткові переваги при порівнянні моделей за методом Делонга. Ключовою перевагою сучасного підходу є можливість статистичного порівняння прогностичної цінності різних моделей за допомогою тесту Делонга (DeLong's test) для скорельованих ROC-кривих. Це дозволяє об'єктивно довести, що мікробна модель є кращим предиктором, ніж клінічний індекс, а не просто стверджувати це на основі чисельних значень AUC. Внутрішня валідація за методом *k*-блочної перехресної валідації (*k*-fold cross-validation) забезпечує перевірку стабільності прогностичних показників і виключає перенавчання моделі [25].

Узагальнюючи вищезазначене, пропонуємо порівняльну характеристику багатовимірних методів аналізу мікробіологічних даних, які найчастіше використовуються у наукових дослідженнях в галузі стоматології (табл. 1).

Наведена порівняльна характеристика демонструє якісний стрибок в аналітичних можливостях при переході до багатовимірних методів. Варто наголосити, що переваги виявляються не тільки на статистичному, а й на клінічному рівні: виявлення мікробних кластерів при пародонтиті, пов'язаних із клінічними результатами, наближає сучасні діагностичні підходи до практики «мікробіомного типування» пацієнтів для персоналізації терапії.

Проте, незважаючи на переконливі докази ефективності вищезазначених підходів, аналіз відібраних 48 публікацій показав, що переважна більшість авторів застосовує багатовимірний аналіз виключно у контексті NGS-мікробіомних досліджень. Вкрай обмежена кількість робіт використовує ці математичні інструменти для обробки даних традиційних культуральних методів та антибіотикограм, хоча саме такі результати є найбільш доступними для повсякденної стоматологічної практики. Жодне з проаналізованих досліджень не пропонує комплексного алгоритму, спрямованого на одночасну інтеграцію клінічних параметрів, мікробного профілю та AMR-характеристик в єдиний прогностичний критерій для передопераційної оцінки ризиків дентальній імплантології.

Висновки

1. За результатами аналізу 48 рецензованих публікацій (2015–2025 рр.) доведено, що методи багатовимірного аналізу (heatmap, ієрархічна кластеризація, PCA та ROC-аналіз) демонструють значно вищу аналітичну й діагностичну ефективність у дослідженні мікробіому при захворюван-

нях пародонта та периімплантатних ураженнях порівняно з традиційними одновимірними статистичними підходами.

2. Застосування ієрархічної кластеризації дає змогу ефективно здійснювати стратифікацію пацієнтів із пародонтитом на основі їхнього мікробного консорціуму. Виділені математичні кластери достовірно корелюють із провідними клінічними маркерами (PPD та CAL) і дозволяють прогнозувати індивідуальну фармакотерапевтичну відповідь на ад'ювантну антибіотикотерапію, чого не забезпечує стандартний лінійний аналіз.

3. Моделювання мікробних сигнатур із наступною валідацією за допомогою ROC-аналізу демонструє відмінну дискримінаційну здатність (значення AUC досягає 0,93) при розмежуванні патологічних станів тканин пародонта та норми, що суттєво перевищує прогностичну цінність ізольованих клінічних індексів.

4. Попри високий аналітичний потенціал обговорених методів, їх впровадження у вітчизняну

стоматологічну науку залишається обмеженим через фокусування світових досліджень переважно на дорогих NGS-технологіях. Перспективним напрямом є адаптація багатовимірної статистики (зокрема, досвіду власного пілотного дослідження авторів) для аналізу доступних культуральних даних та антибіотикограм з метою створення комплексних прогностичних алгоритмів на етапі підготовки до дентальної імплантації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Berglundh, T., Armitage, G., Araujo, M. G., et al. (2018). Peri-implant diseases and conditions. *J Clin Periodontol*, 45(20), S286–S291. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12957>.
2. Schwarz, F., Derks, J., Monje, A., Wang, H. L. (2018). Peri-implantitis. *J Clin Periodontol*, 45(20), S246–S266. DOI: <https://doi.org/10.1111/jcpe.12954>.
3. Belibasakis, G. N., & Manoil, D. (2021). Microbial community-driven etiopathogenesis of peri-implantitis. *J Dent Res*, 100(1), 21–28. DOI: <https://doi.org/10.1177/0022034520949851>.
4. Zhang, Y., Li, Y., Yang, Y., et al. (2022). Periodontal and peri-implant microbiome dysbiosis is associated with alterations in the microbial community structure and local stability. *Front Microbiol*, 12, 785191. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.785191>.
5. Socransky, S. S., & Haffajee, A. D. (2005). Periodontal microbial ecology. *Periodontol 2000*, 38, 135–187. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.2005.00107.x>.
6. Lamont, R. J., Koo, H., & Hajishengallis, G. (2018). The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. *Nat Rev Microbiol*, 16(12), 745–759. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0089-x>.
7. Weinstein, J. N., et al. (2013). The Cancer Genome Atlas Pan-Cancer Analysis Project. *Nat Genet*, 45, 1113–1120. DOI: <https://doi.org/10.1038/ng.2764>.
8. Lever, J., Krzywinski, M., & Altman, N. (2017). Principal component analysis. *Nat Methods*, 14(7), 641–642. DOI: <https://doi.org/10.1038/nmeth.4346>.
9. Persson, G. R., & Renvert, S. (2014). Cluster of bacteria associated with peri-implantitis. *Clin Implant Dent Relat Res*, 16(6), 783–793. DOI: <https://doi.org/10.1111/cid.12052>.
10. Rams, T. E., Degener, J. E., & van Winkelhoff, A. J. (2014). Antibiotic resistance in human peri-implantitis microbiota. *Clin Oral Implants Res*, 25(1), 82–90. DOI: <https://doi.org/10.1111/clr.12160>.
11. Mombelli, A., & Décalet, F. (2011). The characteristics of biofilms in peri-implant disease. *J Clin Periodontol*, 38(11), 203–213. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2010.01666.x>.
12. Kensara, A., Saito, H., Mongodin, E. F., & Masri, R. (2024). Microbiological profile of peri-implantitis: analyses of peri-implant microbiome. *J Prosthodont*, 33(4), 330–339. DOI: <https://doi.org/10.1111/jopr.13743>.
13. Anderson, A. C., von Ohle, C., Frese, C., et al. (2023). The oral microbiota is a reservoir for antimicrobial resistance: resistome and phenotypic resistance characteristics. *Ann Clin Microbiol Antimicrob*, 22, 37. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12941-023-00585-z>.

14. Wilkinson, L. (2028). Visualizing big data outliers through distributed aggregation. *IEEE Trans Vis Comput Graph*, 24(1), 256–266. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2744685>.
15. Ghensi, P., Manghi, P., Zolfo, M., et al. (2020). Strong oral plaque microbiome signatures for dental implant diseases identified by strain-resolution metagenomics. *NPJ Biofilms Microbiomes*, 6(1), 47. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41522-020-00155-7>.
16. Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2011). *Cluster Analysis*. 5th ed. Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470977811>.
17. Wirth, R., Pap, B., Maróti, G., Vályi, P., Komlósi, L., Barta, N., Strang, O., Minárovits, J., & Kovács, K. L. (2021). Toward Personalized Oral Diagnosis: Distinct Microbiome Clusters in Periodontitis Biofilms. *Front Cell Infect Microbiol*, 11, 747814. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.747814>.
18. Wang, C. W., Hao, Y., di Gianfilippo, R., et al. (2021). Machine learning-assisted immune profiling stratifies peri-implantitis patients with unique microbial colonization and clinical outcomes. *Theranostics*, 11(14), 6703–6716. DOI: <https://doi.org/10.7150/thno.57775>.
19. Kleine Bardenhorst, S., Hagenfeld, D., Matern, J., et al. (2024). The role of the oral microbiota in the causal effect of adjunctive antibiotics on clinical outcomes in stage III–IV periodontitis. *Microbiome*, 12, 220. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40168-024-01945-3>.
20. Ward, J. H. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244. DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>.
21. Hennig C. (2007). Cluster-wise assessment of cluster stability. *Comput Stat Data Anal*, 52(1), 258–271. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.11.025>.
22. Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philos Trans R Soc A*, 374, 20150202. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>.
23. Hanley, J. A., & McNeil, B. J. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29–36. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiology.143.1.7063747>.
24. Kang, Y., Sun, B., Chen, Y., et al. (2021). Dental plaque microbial resistomes of periodontal health and disease and their changes after scaling and root planing therapy. *mSphere*, 6, e00162-21. DOI: <https://doi.org/10.1128/mSphere.00162-21>.
25. DeLong, E. R., DeLong, D. M., & Clarke-Pearson, D. L. (1988). Comparing the areas under two or more correlated ROC curves. *Biometrics*, 44(3), 837–845. DOI: <https://doi.org/10.2307/2531595>.
26. Soueidan, H., Louvel, A., Perrin, A., et al. (2024). Pooled analysis of oral microbiome profiles defines robust signatures associated with periodontitis. *mSystems*, 9(11), e00930-24. DOI: <https://doi.org/10.1128/msystems.00930-24>.
27. Sahrmann, P., Gilli, F., Wiedemeier, D. B., Attin, T., Schmidlin, P. R., & Karygianni, L. (2020). The Microbiome of Peri-Implantitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Microorganisms*, 8(5), 661. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050661>.
28. Humeniuk, V. O. (2025). Results of the Assessment of the Antimicrobial Resistance Profile of Pathogenic Oral Microorganisms in Patients with Chronic Generalized Periodontitis at the Pre-Implantation Stage: A Single-Center Pilot Study. *Actual Dentistry*, (6), 62–67. [Гуменюк, В. О. (2025). Результати визначення профілю резистентності патогенних мікроорганізмів порожнини рота до антимікробних препаратів у пацієнтів із хронічним генералізованим пародонтитом на етапі підготовки до дентальної імплантації: одноцентрове пілотне дослідження. *Сучасна стоматологія*, (6), 62–67]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2025-6-62> [in Ukrainian].

Multivariate Statistical Analysis Methods in Oral Microbiome Research for Periodontal Diseases and Peri-Implant Complications: Current Status and Application Prospects

Bida V., Humeniuk V.

Shupyk National University of Health of Ukraine, Kyiv Ukraine

Background. The oral microbiome of patients requiring dental implantation, particularly those with periodontal disease, is characterised by dozens of interrelated variables that form a highly complex system. Conventional univariate statistical methods actively used in dental research fail to capture this structural complexity and to reveal hidden patterns that are critical for personalising clinical decisions.

Objective. To analyse the current state of application of multivariate statistical methods (heatmaps, hierarchical clustering, principal component analysis (PCA), and ROC analysis) in oral microbiome research on periodontal diseases

and peri-implant complications, to substantiate their advantages over traditional approaches, and to outline prospects for implementation in scientific research and clinical practice.

Materials and methods. A comprehensive analysis of 48 peer-reviewed publications from the PubMed, Scopus, and Web of Science databases (2015–2025) was performed. Additionally, the study incorporated clinical and microbiological data from a pilot cohort to evaluate the practical implementation of unsupervised clustering and heatmap visualization.

Results. Hierarchical clustering allows for the identification of clinically significant patient subgroups based on microbial profiles that correlate with PPD and CAL, which go undetected by conventional analysis. PCA effectively reduces the dimensionality of complex microbiological matrices and uncovers latent axes of variability associated with dysbiosis. Heatmaps combined with clustering enable simultaneous visualisation of individual microbial profiles and AMR patterns—a level of integration that remains unachievable with standard microbiological approaches.

Conclusions. Multivariate analysis methods are significantly more effective than traditional univariate approaches for studying the oral microbiome in periodontal diseases and peri-implant complications, holding considerable potential for implementation in personalised dental practice.

Keywords: *antimicrobial resistance, heatmap, hierarchical clustering, multivariate statistical analysis, oral microbiome, periodontitis, peri-implantitis, personalised dentistry, principal component analysis, ROC analysis.*

Стаття: надійшла до редакції 23.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.;
опубліковано 29.05.2026 р.

Біда Віталій Іванович

доктор медичних наук, професор, завідувач
кафедри ортопедичної стоматології,
цифрових технологій та імплантології
Національного університету охорони
здоров'я України імені П. Л. Шупика,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-4499-855X>

Гуменюк Владислав Олегович

аспірант кафедри ортопедичної стоматології,
цифрових технологій та імплантології,
Національний університет
охорони здоров'я України
імені П. Л. Шупика,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0001-9384-678X>

Рената Симоненко*, Ангеліна Трегубенко, Галина Соловйова,
Ярослав Маковей

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, Україна

* Автор-кореспондент E-mail: renataunting@gmail.com

Менеджмент ортопедичної реабілітації пацієнта з агресивним пародонтитом і метаболічно асоційованою стеатотичною хворобою печінки в концепції «All-on-6»

► **Анотація:** Пародонтит усе частіше пов'язують із станом загального здоров'я людини [1–3]. Питання ортопедичної реабілітації пацієнтів із генералізованим пародонтитом і метаболічно асоційованою стеатотичною хворобою печінки є актуальним і відповідальним завданням з огляду на велику поширеність і коморбідність цих двох захворювань.

Клінічний випадок. У статті представлено клінічний випадок комплексної реабілітації пацієнта 32 років із агресивним пародонтитом, ускладненим частковою втратою зубів та метаболічно асоційованою стеатотичною хворобою печінки. Клінічна картина характеризувалася вираженим запальним процесом у тканинах пародонта, наявністю пародонтальних кишень глибиною 6–7 мм, рухомістю зубів II–III ступеня та значною резорбцією альвеолярної кістки (більше ніж $\frac{2}{3}$ довжини кореня за даними КТ). Додаткові лабораторні та інструментальні дослідження виявили порушення вуглеводного і ліпідного обміну, а також помірний стеатоз печінки (S2) без ознак фіброзу (F0) за даними стеатометрії та еластографії. Мікробний пейзаж пародонтальних кишень склався переважно з *Haemophilus parainfluenzae* (10^6 КУО) та *Fusobacterium nucleatum* (10^6 КУО) [4–6]. Реабілітація проводилася із застосуванням мультидисциплінарного підходу за участю стоматолога, ендокринолога та гастроентеролога. Вона включала санацію порожнини рота, таргетну протимікробну та протизапальну терапію, нормалізацію мікробіому, корекцію метаболічних порушень і способу життя пацієнта. Після стабілізації загальносоматичного стану проведено поетапну імплантацію за концепцією «All-on-6» із негайним навантаженням тимчасовими адаптаційними ортопедичними конструкціями з гвинтовою фіксацією.

Результати. У результаті лікування досягнуто стабілізації метаболічних показників, зниження активності запального процесу та створено сприятливі умови для остеointegraції імплантатів.

Висновки. Запропонований підхід демонструє високу ефективність комплексного лікування пацієнтів з тяжкими формами пародонтиту на тлі метаболічних порушень і підкреслює необхідність міждисциплінарної взаємодії для досягнення прогнозованих результатів.

Ключові слова: пародонтит, метаболічно асоційована стеатотична хвороба печінки, метаболічна дисфункція, системне запалення, ортопедична реабілітація, «All-on-6».

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Сьогодні наукова спільнота визначає пародонтит не просто як локальне захворювання ротової порожнини, а як системну хворобу [1–3], пов'язану з понад 70 інфекційними та неінфекційними станами [3, 4]. Згідно з даними сучасних літературних джерел, з пародонтитом безпосередньо

пов'язані такі системні захворювання людини, як метаболічні порушення (ожиріння, цукровий діабет 2-го типу, метаболічний синдром, МАСХП), хвороба Альцгеймера, серцево-судинні захворювання, ускладнення вагітності та інші [2, 3, 5, 6]. Метаболічно асоційована стеатотична хвороба печінки (МАСХП) є глобальною проблемою охорони здоров'я і стає найпоширенішим хронічним

захворюванням печінки як у світі, так і в Україні [3, 5, 7, 8]. Так, поширеність МАСХП у дорослого населення світу оцінюється в межах 30–33 %, а пародонтит середнього та тяжкого ступенів зустрічається у 50–65 % цієї когорти, створюючи небезпечний синергізм [3, 6, 7]. На жаль, Україна має схожі тенденції щодо зростання рівня ожиріння, цукрового діабету 2-го типу, метаболічного синдрому та МАСХП [3, 7–9].

Тому сучасна парадигма стоматологічної реабілітації пацієнтів із генералізованим пародонтитом на тлі супутньої соматичної патології вимагає переходу від локального лікування до комплексного менеджменту здоров'я. Особливу клінічну групу становлять пацієнти з метаболічно асоційованою стеатотичною хворобою печінки (МАСХП), оскільки метаболічні порушення та системне запалення створюють агресивний фон для деструкції тканин пародонта.

У випадках, коли збереження зубного ряду є біологічно недоцільним через термінальні стадії пародонтиту, концепції «All-on-4» та «All-on-6» виступають золотим стандартом негайної функціональної реабілітації. Проте успіх імплантації в таких пацієнтів безпосередньо залежить від розуміння патогенетичного зв'язку між станом гепатобіліарної системи та процесами остеointegraції [5, 7, 9, 10]. Тотальна реабілітація пацієнтів за протоколами «All-on-4» та «All-on-6» вимагає стабільного біологічного середовища для успішної остеointegraції. Однак наявність МАСХП зумовлює розвиток системного запалення та дисбіозу порожнини рота, що підвищує ризик ранніх післяопераційних ускладнень. Враховуючи наведені дані літературних джерел, проблема взаємозв'язку МАСХП та пародонтиту залишається актуальною і потребує подальшого дослідження, а алгоритми ведення таких пацієнтів потребують вдосконалення, що й висвітлено в цій статті [3, 8, 10, 11].

Мета дослідження: на прикладі клінічного випадку продемонструвати оптимізований алгоритм ортопедичної реабілітації пацієнтів з

агресивним пародонтитом і метаболічно асоційованою стеатотичною хворобою печінки для досягнення стабільних довгострокових результатів у контексті міждисциплінарної взаємодії та сучасних стратегій лікування.

Опис клінічного випадку

Пацієнт А., 32 роки, звернувся зі скаргами на рухомість зубів, біль при жуванні, кровоточивість ясен, виражений галітоз та незадовільну естетику, що суттєво погіршувало якість його життя. З анамнезу відомо, що такі відчуття з'явилися близько двох років тому. Пацієнт кілька разів звертався за допомогою до стоматолога, проте проведене лікування позитивного результату не принесло. Протягом останнього року спостерігалось посилення кровоточивості та рухомості зубів. За результатами оцінювання психоемоційного статусу за шкалою HADS встановлено рівень тривоги 2 бали та рівень депресії 8 балів, що відповідає субклінічно вираженій депресії.

Первинний стоматологічний статус

За даними об'єктивного обстеження: обличчя симетричне, пропорційне, відкривання рота вільне. Ясна гіперемовані, набряклі. Виявлено включені дефекти верхнього та нижнього зубних рядів III класу за Кеннеді. Індекс PSR — код 4: пародонтальні кишені 6–7 мм, виражена кровоточивість при зондуванні, рухомість зубів II–III ступеня, значні м'які та тверді зубні відкладення (рис. 1).

Пацієнту було проведено конусно-променеву комп'ютерну томографію (КПКТ) верхньої та нижньої щелеп.

Рентгенологічно спостерігається значна горизонтальна та вертикальна резорбція альвеолярного відростка верхньої щелепи та альвеолярної частини нижньої щелепи більше ніж $\frac{2}{3}$ довжини коренів зубів, їхній нахил і міграція, а також реактивні зміни слизової оболонки верхньощелепних пазух (рис. 2).



Рис. 1. Клінічний випадок. Пацієнт А., 32 роки.
Діагноз: генералізований пародонтит IV ступеня, клас С (високий рівень прогресування).

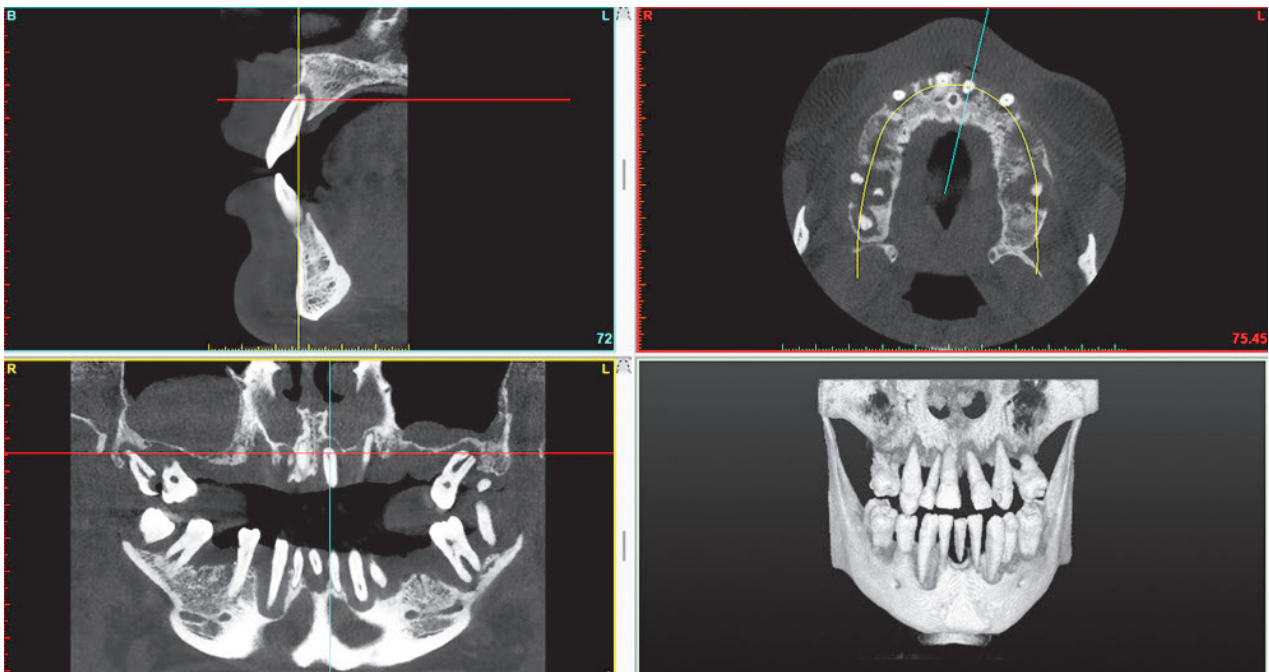


Рис. 2. Данні КПКТ-дослідження верхньої та нижньої щелеп

На основі проведеного огляду, аналізу скарг, анамнестичних даних, а також лабораторних та інструментальних досліджень було встановлено остаточний стоматологічний діагноз:

Генералізований пародонтит, IV стадія, ступінь С (високий рівень прогресування), ускладнений частковою втратою зубів на верхній та нижній щелепах (III клас, 2-й підклас за Кеннеді). За МКХ-11: DA0C.1 (Агресивний пародонтит).

Для ідентифікації мікрофлори пародонтальних кишень пацієнта використовувався метод MALDI-TOF MS. Визначення чутливості культур до антибактеріальних препаратів проведено диско-дифузійним методом відповідно до рекомендацій EUCAST (2026). Виявлено критичну кількість *Haemophilus parainfluenzae* (10^6 КУО) та *Fusobacterium nucleatum* (10^6 КУО), що виявилися чутливими до цефалоспоринів.

Клінічне рішення. Через неможливість збереження зубного ряду обрана стратегія повної реабілітації на дентальних імплантатах за протоколом «All-on-6».

Протокол обстеження (Діагностика метаболічного фону)

Антропометричне обстеження: ІМТ = 30 кг/м^2 (ожиріння I ступеня). АТ — 130/80 мм рт.ст. (пацієнт приймає антигіпертензивні препарати).

Наявність шкідливих звичок (тютюнопаління, вживання алкоголю) заперечує. Пацієнт веде малорухливий спосіб життя, відзначає різкий набір маси тіла протягом останнього часу. У раціоні віддає перевагу їжі з надлишком швидких вуглеводів і жирів. Наявність в анамнезі

вірусних гепатитів та венеричних захворювань заперечує.

Враховуючи агресивний перебіг пародонтиту, пацієнту було призначено розширений скринінг для виявлення системних факторів ризику (рис. 3): загальний аналіз крові, печінкові проби (АЛТ, АСТ), ліпидограму, глюкозу крові, загальний білок крові, глікований гемоглобін (HbA1c), індекс НОМА-IR, 25-гідроксивітамін D [25(OH)D] та УЗД органів черевної порожнини (ОЧП).

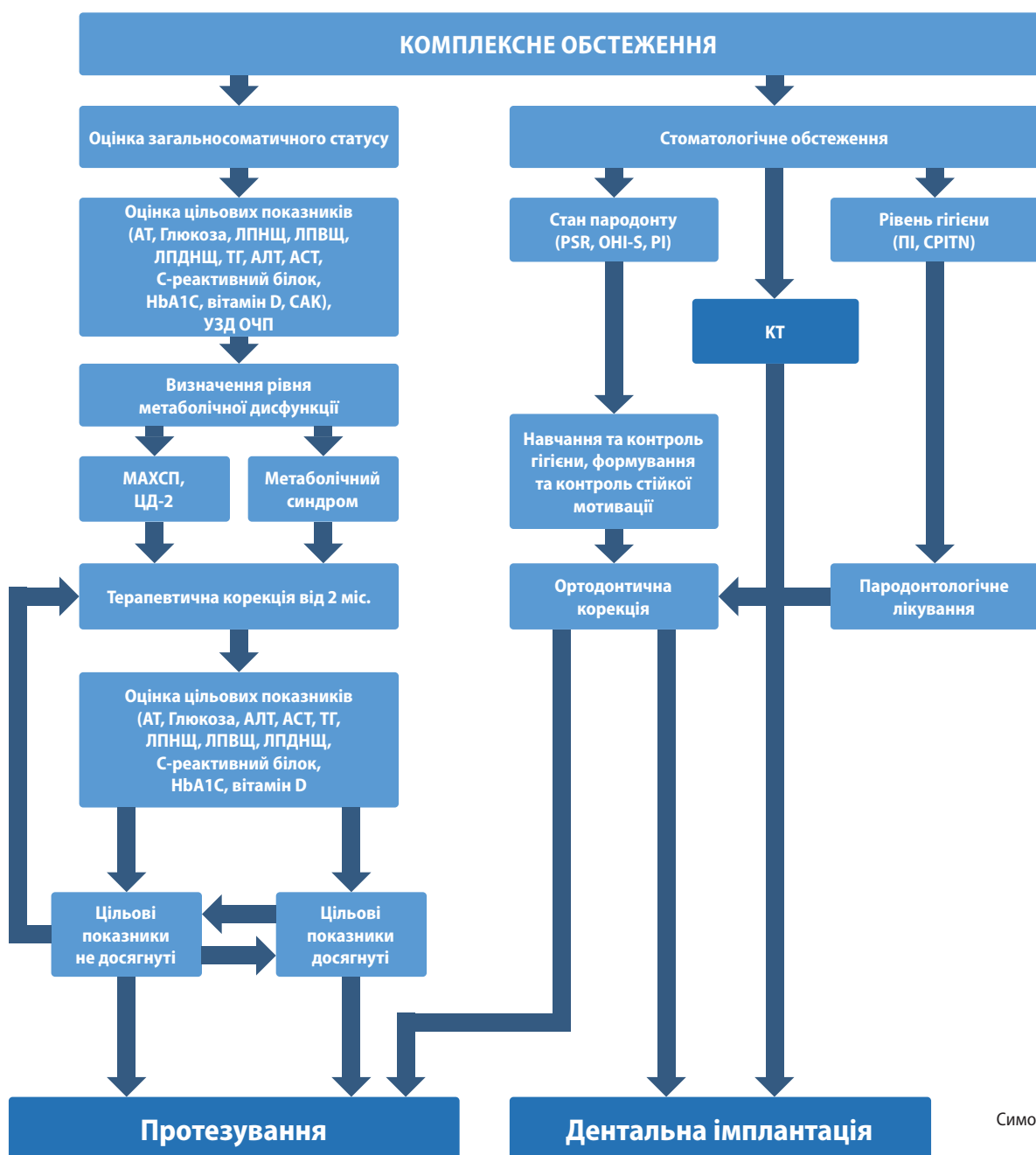
Також пацієнту було рекомендовано консультації ендокринолога та гастроентеролога.

Ендокринолог діагностував у пацієнта цукровий діабет 2-го типу, з приводу чого призначив цукрознижувальну терапію (метформін у дозі 850 мг/добу). Через 3 місяці прийому препарату проведено повторний скринінг. У цей самий період виконано санацію порожнини рота та виготовлено тимчасові ортопедичні конструкції.

Результати лабораторних досліджень до та після терапії представлені в таблицях 1 і 2.

Більшість лабораторних показників перевищували референтні значення навіть після ініціації цукрознижувальної терапії. Наявність у пацієнта цукрового діабету 2-го типу, ожиріння та підвищених рівнів АЛТ і ГГТП стала підставою для його направлення до гастроентеролога з метою розширеного обстеження щодо наявності МАСХП. Пацієнту було виконано ультразвукове дослідження органів черевної порожнини (УЗД ОЧП) у В-режимі, а також стеатометрію та еластографію зсувної хвилі (рис. 4–6).

При ультразвуковому дослідженні виявлено дифузне підвищення ехогенності паренхіми



Симоненко Р. В.
2025, Київ

Рис. 3. Схема комплексного обстеження та метаболічного скринінгу пацієнта.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз лабораторних показників пацієнта А. на етапах лікування та спостереження

Показник	10.12.2024	19.03.2025	11.06.2025	09.10.2025	21.01.2026	Референтні значення
Рівень глюкози натще, ммоль/гл	—	6,7	5,5	4,9	5,6	4,0–5,5
Глікований гемоглобін (HbA1c), %, ммоль/моль	11,2	7,4	5,9	6,1	6,1 43,6	4,5–5,6 25,7–37,7
Індекс HOMA-IR	4,99	2,9	2,7	2,7	2,9	< 2,5
Ліпідограма (ЛПНЩ, ЛПВЩ, ЛПДНЩ, ІА), ммоль/л		5,5 1,18 1,1	5,04 1,17 0,97	4,89 1,30 1,22	5,48 1,25 0,91	< 3 > 1,0 0,26–1,04
Тригліцериди, ммоль/л	2,7	2,5	2,12	1,88	1,98	< 1,7
С-реактивний білок, мг/л	9	7	4,3	4,1	3	0–5

Таблиця 2.

Динаміка функціональних показників пацієнта А. на етапах лікування та спостереження

Показник	10.12.2024	19.03.2025	11.06.2025	09.10.2025	21.01.2026	Референтні значення
25-гідроксівітамін D (25(OH)D), нг/мл	18	20,2	79,2	86,1	83	30–100
Загальний холестерин, ммоль/л	—	7,1	7,01	6,99	7,28	< 5,2
ГГТП, од/л	85	82	80	80	79	1–55
АСТ, од/л	42	40	39	38	39	4–37
АЛТ, од/л	70	65	59	56	63	4–41
Індекс атерогенності	3,94	3	2,2	2,6	2,4	0–2,5

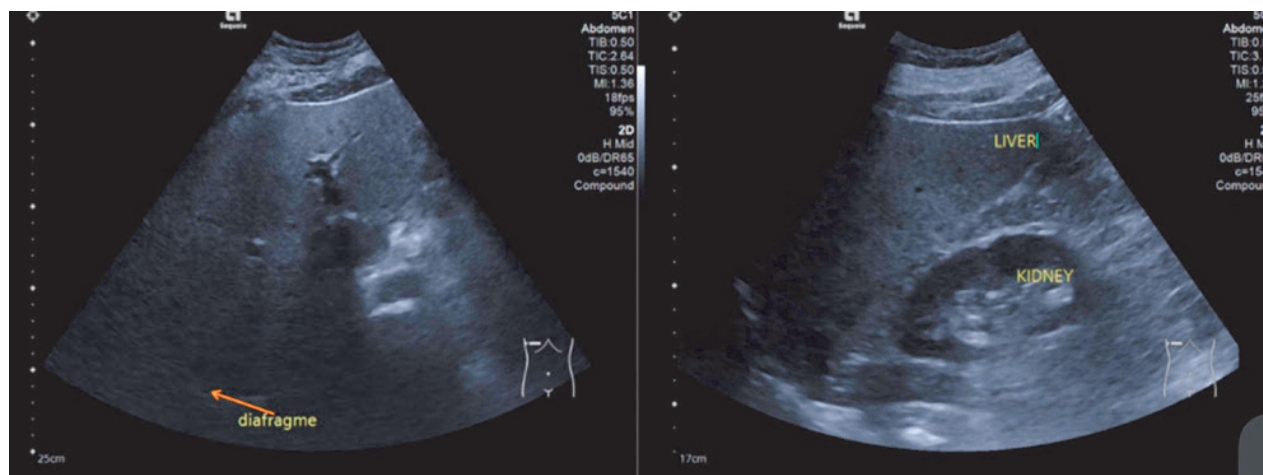


Рис. 4. Ультразвукове дослідження органів черевної порожнини пацієнта А. у В-режимі.



Рис. 5. Стеатометрія печінки пацієнта А. (визначення коефіцієнта затухання ультразвукової хвилі).

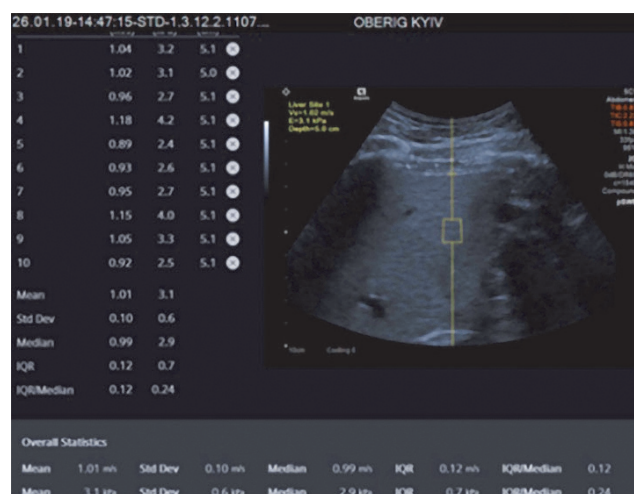


Рис. 6. Еластографія зсувної хвилі (SWE) печінки пацієнта А.

печінки. За даними стеатометрії (UDFF) медіана фракції жиру становила 20,0 %, що дозволяє діагностувати помірний стеатоз печінки (ступінь S2). За результатами еластографії зсувної хвилі, медіана жорсткості печінки становила 2,9 кПа, що свідчило про відсутність фібротичних змін (стадія F0 за шкалою METAVIR). Представлені дані дали змогу встановити супутній соматичний діагноз: метаболічно асоційована стеатотична хвороба печінки (МАСХП), стеатогепатит, стадія фіброзу F0.

На основі скарг пацієнта, анамнестичних даних, результатів об'єктивного обстеження та проведеної лабораторно-інструментальної діагностики було встановлено остаточний міждисциплінарний діагноз:

Хронічний генералізований пародонтит, IV стадія, ступінь С (високий рівень прогресування). За МКХ-11: DA0C.1 (Агресивний пародонтит). Часткова втрата зубів на верхній та нижній щелепах (III клас, 2-й підклас за Кеннеді).



Рис. 7. Проміжний етап комплексного лікування пацієнта А.: виготовлення тимчасових часткових знімних протезів.

Планування імплантації в концепції «все на 6»

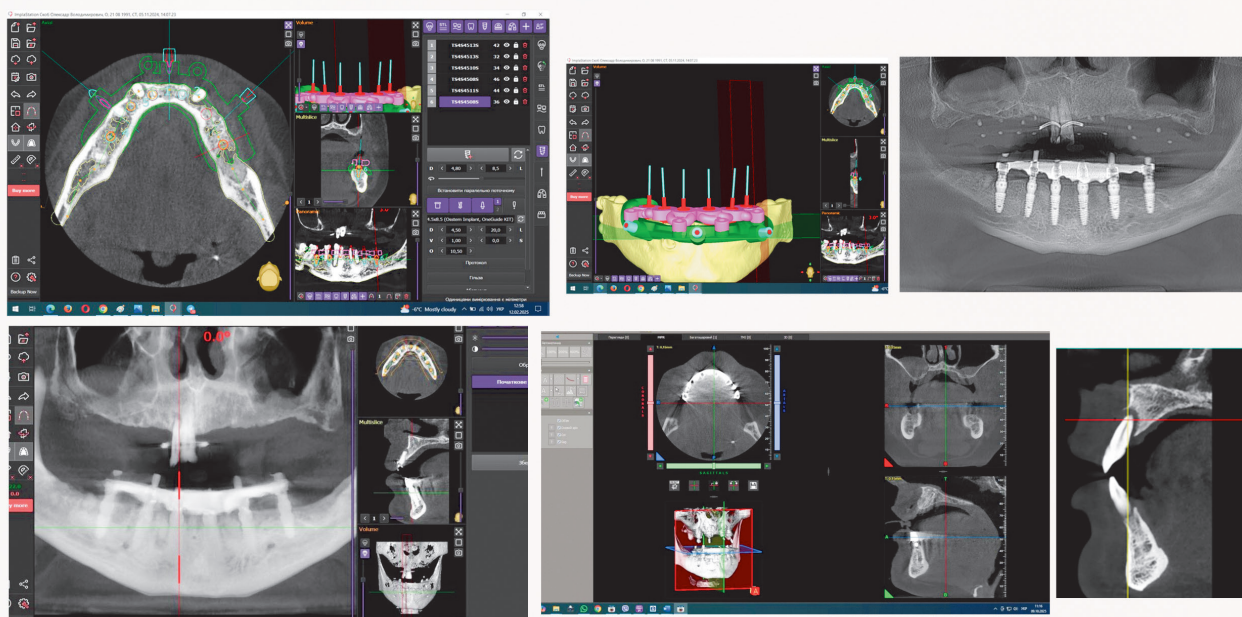


Рис. 8. Віртуальне планування дентальної імплантації та позиціонування абатментів на основі даних комп'ютерної томографії

Супутні захворювання: Метаболічно асоційована стеатотична хвороба печінки (МАСХП): стеатогепатит, F0. Цукровий діабет 2-го типу. Ожиріння І ступеня.

Проведення дентальної імплантації за таких клініко-лабораторних показників асоційоване з високим ризиком дезінтеграції імплантатів унаслідок порушення мікроциркуляції та уповільнення процесів остеорегенерації.

Етап підготовки та корекції

Підготовчий етап тривав 3 місяці, після чого було проведено повторний скринінг цільових лабораторних маркерів.

Ендокринологічна та соматична корекція включала призначення дієти з низьким глікемічним індексом та медикаментозну підтримку (метформін) для зниження рівня HbA1c, а також су-

прод гастроентеролога щодо лікування МАСХП та нормалізацію показників 25-гідроксिवітаміну D.

Санація порожнини рота передбачала видалення зубів із незадовільним ендодонтичним та періодонтальним прогнозом, проведення професійної гігієни, призначення таргетної антимікробної та протизапальної терапії для зниження бактеріального навантаження. З метою нормалізації мікробіому порожнини рота протягом місяця пацієнт застосовував пробіотики, що містять бактерії роду *Bacillus*.

Для відновлення жувальної ефективності, збереження динамічного стереотипу та покращення якості життя пацієнта було виготовлено тимчасові часткові знімні протези на верхню та нижню щелепи (рис. 7).

Зазначений комплекс заходів дав змогу суттєво покращити загальносоматичний статус та локальні клінічні індекси. Водночас параметри



Адаптаційні умовно-знімні конструкції з гвинтовою фіксацією

Рис. 9. Клінічний результат ортопедичного етапу лікування пацієнта А., вигляд адаптаційних незнімних протезів із гвинтовою фіксацією

доступного об'єму кісткової тканини («кісткова пропозиція») залишилися незмінними, а повна стабілізація метаболічного фону на цьому етапі ще не була досягнута, оскільки частина лабораторних показників продовжувала перевищувати референтні значення. Саме тому для поглибленого обстеження та корекції системних порушень пацієнт був направлений до гастроентеролога.

Гастроентерологічна корекція та гепатопротекція: призначення терапії, спрямованої на зниження активності запального процесу в паренхімі печінки (на тлі МАСХП та стеатогепатиту), що є критично важливим для відновлення її детоксикаційної та білковосинтезувальної функцій.

Хірургічний етап лікування було розділено на два послідовні кроки. Обов'язковою умовою виконання хірургічного втручання стала цифрова навігація: застосування хірургічних шаблонів, виготовлених на основі даних комп'ютерної томографії (КТ) та тривимірного моделювання, для прецизійного позиціонування імплантатів в умовах вираженого дефіциту кісткової тканини. Попереднє віртуальне планування дало змогу оптимально розташувати імплантати з урахуванням біомеханіки майбутніх ортопедичних конструкцій, а також підібрати необхідні кутові та прямі абатменти системи Multi-unit для забезпечення пасивної посадки тимчасового незнімного протеза (рис. 8).

Після стабілізації метаболічних показників (суттєвого зниження рівня С-реактивного білка та нормалізації концентрації глюкози, а також активності АЛТ, АСТ і ГГТП) було виконано перший хірургічний етап — операцію дентальної імплантації на нижній щелепі за протоколом «All-on-6» із встановленням шести імплантатів системи Osstem

TS. Безпосередній ортопедичний етап передбачав фіксацію тимчасового незнімного армованого протеза з гвинтовою фіксацією (негайне функціональне навантаження) із застосуванням технології внутрішньоротового зварювання каркаса.

Через три місяці, після повторного скринінгу показників метаболічного здоров'я, було проведено другий хірургічний етап — встановлено шість імплантатів системи Osstem TS на верхній щелепі з досягненням високого рівня первинної стабільності (момент закручування (торк) $> 35 \text{ Н} \cdot \text{см}$). Наступний ортопедичний етап включав фіксацію тимчасового незнімного протеза з гвинтовою фіксацією на абатментах Multi-unit у протоколі негайного навантаження. Особливу увагу приділили оклюзійній інтеграції та відновленню міжщелепних контактів у концепції «групового ведення» (групової функції). Через 6 місяців пацієнту було рекомендовано заміну тимчасових конструкцій на постійні (рис. 9).

Результати дослідження

Завдяки передопераційній корекції метаболічного стану, остеointegraція пройшла без ускладнень. Пацієнт перебуває під наглядом мультидисциплінарної команди стоматологів, гастроентерологів та ендокринологів. Через 6 місяців планується заміна тимчасових конструкцій на постійні.

Успіх «All-on-6» у пацієнтів з важким пародонитом на тлі МАСХП напряму залежить від корекції орально-системних зв'язків. Метаболічна підготовка перетворює «ризикованого» пацієнта на соматично збереженого кандидата для успішної імплантації.

Провели через три місяці реабілітацію з опорою на дентальні імплантати в концепції «Все на



Комп'ютерна томографія.
Динаміка змін,
результати втручання
проміжного етапу

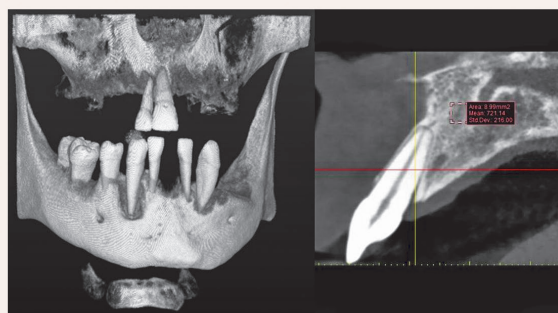
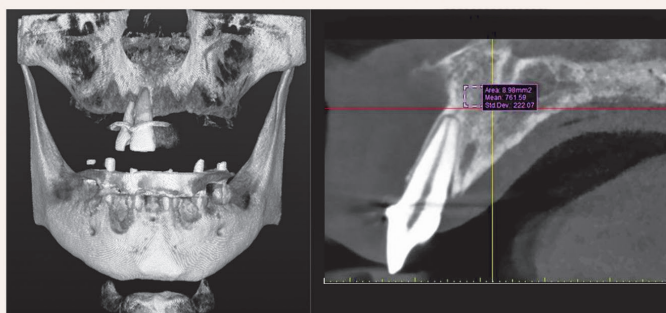


Рис. 10. Динаміка змін у кістковій тканині за результатами КТ на етапах реабілітації.

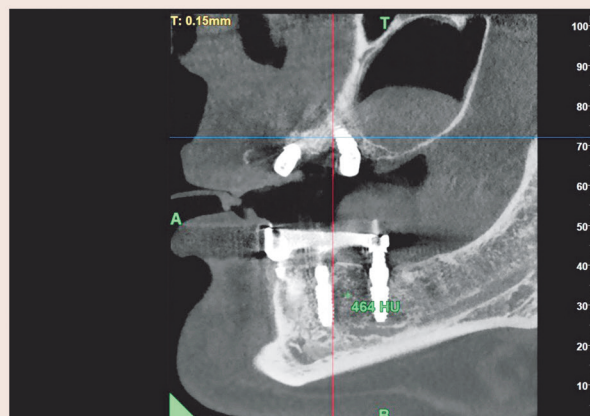
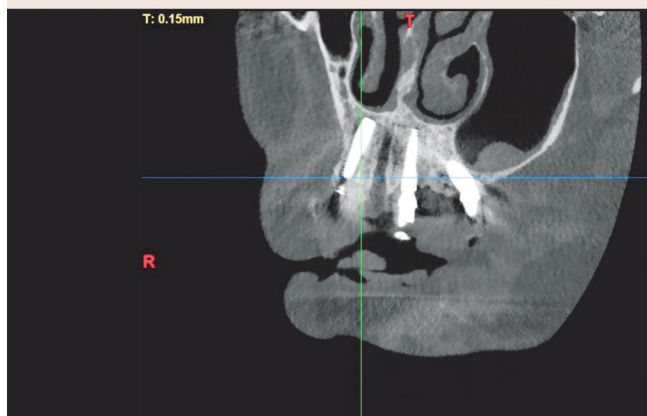
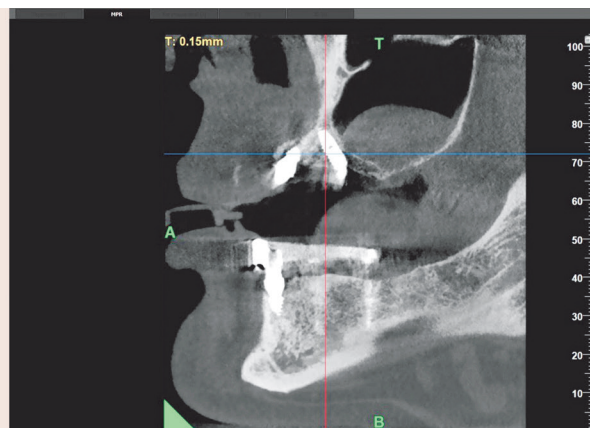
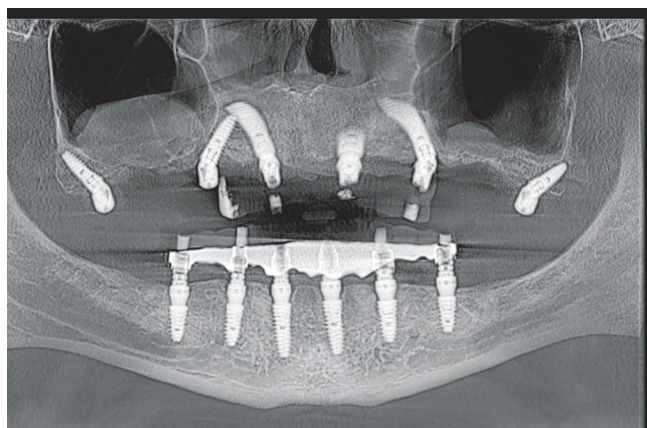


Рис. 11. Результати втручання за даними КТ

6-ти» на нижній щелепі і ще через три місяці на верхній щелепі із одномоментним навантаженням адаптаційними тимчасовими умовно-знімними протезами з гвинтовою фіксацією, врахувавши результати повторних лабораторних досліджень —

вдалося стабілізувати рівень глюкози, АЛТ, АСТ, ГГТП, СРБ та вітаміну D, і за даними КТ — спостерігали за динамікою змін у кістковій тканині (рис. 10, 11).

Обговорення клінічного випадку

У статті розглянуто вдосконалений алгоритм ведення пацієнтів з агресивним пародонтизом та МАСХП, що включає:

1. Передопераційну корекцію метаболічного профілю для зниження системного запального навантаження.
2. Оптимізацію хірургічного протоколу з урахуванням особливостей мікроциркуляції та кісткового метаболізму при МАСХП.
3. Стратегію довгострокового моніторингу, спрямовану на запобігання перімплантиту в умовах коморбідності.

Такий мультидисциплінарний підхід дозволяє не лише відновити жувальну ефективність, але й забезпечити стабільність результатів ортопедичного лікування, мінімізуючи ризики ускладнень, спричинених загальносоматичним станом пацієнта.

Відносно молодий вік пацієнта і настільки швидка втрата зубів спонукали досліджувати проблему більш детально, поглибити пошуки причини і системного погляду для комплексної і прогнозованої ортопедичної реабілітації.

Застосування мультидисциплінарного підходу дозволило не просто провести локальне стоматологічне лікування, а стабілізувати загальносоматичний стан пацієнта, що стало основою успішної реабілітації [10]. Незважаючи на хірургічні втручання, після видалення останніх зубів показники глікованого Hb, СРБ та печінкові проби наблизилися до референтних значень. Це може свідчити про позитивний вплив радикальної санації порожнини рота на перебіг МАСХП. А прийом цукрознижувальних препаратів та гепатопротекторів позитивно впливає на стоматологічну реабілітацію пацієнтів з генералізованим пародонтизом.

Висновки

Пародонтит і метаболічно-асоційована стеатотична хвороба печінки перебувають у двобічному патогенетичному зв'язку, тому їх лікування повинно бути міждисциплінарним і спрямованим одночасно на усунення пародонтального запалення та корекцію метаболічних порушень [3, 9, 10].

Терапевтичні втручання з приводу пародонтиту можуть бути профілактичним заходом для МАСХП.

Впровадження скринінгу МАСХП у хворих на тяжкий пародонтит дозволить перейти до комплексного управління здоров'ям пацієнта.

Підвищуючи обізнаність про цей зв'язок, медичні працівники можуть розширити свої знання про взаємозв'язок між здоров'ям порожнини рота та захворюваннями печінки, пропонуючи цінні рекомендації пацієнтам, які звертаються за порадою до медичних та стоматологічних фахівців.

Фінансування

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів

Автори засвідчують відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Згода пацієнта на публікацію матеріалів клінічного випадку була отримана. Всі автори ознайомлені з текстом рукопису та надали згоду на його публікацію.

ORCID ID та внесок авторів:

<https://orcid.org/0000-0003-4618-6229>

(A, B, E, F) Symonenko Renata

<https://orcid.org/0009-0008-0680-9210>

(B, C, D, F) Anhelina Trehubenko

<https://orcid.org/0009-0004-3784-2735>

(B, D, F) Makovei Yaroslav

<https://orcid.org/0000-0001-8245-3051>

(A, B, E) Solovyova Galyna

A — Work concept and design, B — Data collection and analysis, C — Responsibility for statistical analysis, D — Writing the article, E — Critical review, F — Final approval of the article.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Stefan, N., Yki-Järvinen, H., Neuschwander-Tetri, B. A. (2025). Metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease: heterogeneous pathomechanisms and effectiveness of metabolism-based treatment. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 13(2), 134–148. PMID: 39681121. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00318-8](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00318-8).
2. Kuraji, R., Shiba, T., Dong, T. S., Numabe, Y., Kapila, Y. L. (2023). Periodontal treatment and microbiome-targeted therapy in management of periodontitis-related nonalcoholic fatty liver disease with oral and gut dysbiosis. *World J Gastroenterol*, 29(6), 967–996. PMID: 36844143. DOI: <https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i6.967>.

3. Symonenko, R. (2026). Periodontitis and Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease (MASLD): An Interdisciplinary Perspective. *Actual Dentistry*, (1), 127–136. [Симоненко Р. В. (2026). Пародонтит та метаболічно-асоційована стеатотична хвороба печінки (МАСХП). Міждисциплінарний погляд на проблему. *Сучасна Стоматологія*, (1), 127–136]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2026-1-A1> [in Ukrainian].
4. Kashiwagi, Y., Aburaya, S., Sugiyama, N., Narukawa, Y., Sakamoto, Y., et al. (2021). Porphyromonas gingivalis induces entero-hepatic metabolic derangements with alteration of gut microbiota in a type 2 diabetes mouse model. *Sci Rep*, 11, 18398. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97868-2>.
5. Liu, Y., Huang, W., Wang, J., Ma, J., Zhang, M., Lu, X., et al. (2021). Multifaceted impacts of periodontal pathogens in disorders of the intestinal barrier. *Front Immunol*, 12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.693479>.
6. Yao, Q., et al. (2022). The oral-gut-liver axis: The microbial connection in non-alcoholic fatty liver disease. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, DOI: <https://doi.org/10.3390/biology11111622>.
7. Zhang, Z., Zheng, Q., Liu, Y. et al. (2025). Association between periodontitis and mortality in participants with metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease: results from NHANES. *BMC Oral Health*, 25, 567. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05959-7>.
8. Kapila, Y. L. (2021). Oral health's inextricable connection to systemic health: Special populations bring to bear multimodal relationships and factors connecting periodontal disease to systemic diseases and conditions. *Periodontol 2000*, 87(1), 11–16. PMID: [34463994](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34463994/). DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12398>.
9. Kwon, T., Lamster, I. B., & Levin, L. (2021). Current Concepts in the Management of Periodontitis. *Int Dent J*, 71(6), 462–476. PMID: [34839889](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34839889/). DOI: <https://doi.org/10.1111/idj.12630>.
10. Zeng, Y., Lin, D., Chen, A., Ning, Y., & Li, X. (2025). Periodontal Treatment to Improve General Health and Manage Systemic Diseases. *Adv Exp Med Biol*, 1472, 245–260. PMID: [40111696](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40111696/). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-79146-8_15.
11. Komazaki, R., Katagiri, S., Takahashi, H., Maekawa, S., Shiba, T., et al. (2017). Periodontal pathogenic bacteria, Aggregatibacter actinomycetemcomitans affect non-alcoholic fatty liver disease by altering gut microbiota and glucose metabolism. *Sci Rep*, 7(1), 13950. Erratum in: *Sci Rep*, 2018 8(1), 4620. PMID: [29066788](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29066788/). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14260-9>.

Management of Prosthodontic Rehabilitation in a Patient with Aggressive Periodontitis and Metabolic Dysfunction-Associated Steatotic Liver Disease Using the “All-on-6” Concept

Symonenko R.*, Trehubenko A., Soloviova H., Makovei Y.

Bohomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

* Corresponding author E-mail: renataunting@gmail.com

Background. Periodontitis is increasingly being linked to an individual's general health status [1, 2, 3]. The prosthetic rehabilitation of patients with generalized periodontitis and metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease (MASLD) represents a highly relevant and challenging task, given the high prevalence and comorbidity of these two conditions.

Case Report. This article presents a clinical case of comprehensive rehabilitation of a 32-year-old patient with aggressive periodontitis complicated by partial tooth loss and MASLD. The clinical picture was characterized by severe inflammation in the periodontal tissues, periodontal pockets 6–7 mm deep, grade II–III tooth mobility, and significant alveolar bone resorption (exceeding $\frac{2}{3}$ of the root length according to CT data). Additional laboratory and instrumental investigations revealed impaired carbohydrate and lipid metabolism, as well as moderate hepatic steatosis (S2) without signs of fibrosis (F0) based on steatometry and elastography data. The microbial profile of the periodontal pockets consisted predominantly of *Haemophilus parainfluenzae* (10^6 CFU) and *Fusobacterium nucleatum* (10^6 CFU) [4–6]. Rehabilitation was carried out using a multidisciplinary approach involving a dentist, an endocrinologist, and a gastroenterologist. It included oral sanitation, targeted antimicrobial and anti-inflammatory therapy, microbiome normalization, and the correction of metabolic disorders and patient lifestyle. Following the stabilization of the patient's general somatic status, a staged implantation according to the “All-on-6” concept was performed, featuring immediate loading with temporary adaptive screw-retained prosthetic constructions.

Results. The treatment resulted in the stabilization of metabolic parameters, a reduction in the inflammatory process activity, and the creation of favorable conditions for implant osseointegration.

Conclusions. The proposed approach demonstrates the high efficacy of comprehensive treatment for patients with severe forms of periodontitis presenting against a background of metabolic disorders, emphasizing the necessity of multidisciplinary interaction to achieve predictable outcomes.

Keywords: *periodontitis, metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease, metabolic dysfunction, systemic inflammation, prosthetic rehabilitation, All-on-6.*

Стаття: надійшла до редакції 06.03.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.;
опублікована 30.05.2026 р.

Симоненко Рената Володимирівна

кандидат медичних наук,
доцент кафедри ортопедичної стоматології
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця

 <https://orcid.org/0000-0003-4618-6229>

Трегубенко Ангеліна Олександрівна

студентка 4-го курсу ННІС
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0008-0680-9210>

Соловйова Галина Анатоліївна

доктор медичних наук, професор,
професор кафедри внутрішніх хвороб
стоматологічного факультету
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-8245-3051>

Маковей Ярослав Вікторович

студент 4-го курсу ННІМ
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0004-3784-2735>



1 Благодійний Міжнародний Симпозіум
Symposium Paradigms of AirWayOrthodontics

2026
16-18
ЖОВТНЯ

РЕКЛАМА

ПАРАДИГМИ ОРТОДОНТІЇ ДИХАЛЬНИХ ШЛЯХІВ ПОБАЧИТИ НЕПОМІТНЕ



Україна
Вероніка Ганчук
• ортодонт, гнатолог



Великобританія
Джон Флатер
• ортодонт



Україна
Жанна Терещенко
• лор



Малайзія
Йока Лі Лінг
• ортодонт



Україна
Катерина Таряник
• невролог



Україна
Лариса Безкоровайна
• ортопед



Україна
Наталія Махлинець
• ортодонт



Україна
Наталія Піляєва
• логопед



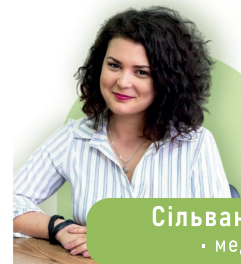
Україна
Олег Войтович
• ортопед, остеопат



Україна
Олександр Ославський
• ортодонт



Доповідь
пам'яті Світлани
Іванівни Дорошенко
Україна
Олеся Саранчук
• ортодонт



Україна
Сільванна Форкош
• медичний юрист



Україна
Юрій Погорєцький
• сомнолог

ОРГАНІЗАТОРИ:

Вероніка Ганчук, Олег Суздальцев
Ортодонтична  фахова школа
Промед

Місце проведення:
Київ, Premier Hotel Rus,
вул. Госпітальна, 4

ЗА УЧАСТЮ



*Mehmani Ilham Gasanaga, Mehmani Vusala Rasim, Aliyev Mammad Suad Afrail**Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan*

Orthodontic Treatment of Patients with Mental and Intellectual Disabilities: A Systematic Review

► **Abstract.** Patients with mental and intellectual disabilities exhibit higher levels of anxiety when anticipating orthodontic treatment compared to the general population. Despite this, the literature lacks systematic reviews addressing behavioral modification methods and the specific features of orthodontic therapy for this patient group.

The aim of this review was to identify the main orthodontic problems and barriers in treating individuals with mental disorders, with a focus on developing recommendations to optimize orthodontic care.

Materials and Methods. A literature review was conducted, including studies that examined behavior modification strategies and/or physical restraint methods used in the orthodontic treatment of patients with intellectual disabilities. The search was performed using the PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Oral Health Group, and Dentistry & Oral Sciences Source databases for the period from 2002 to 2022. English-language articles meeting the inclusion criteria were selected, and the quality of the included studies was assessed using the Joanna Briggs Institute critical appraisal tools.

Results. The review showed that most studies were descriptive and included individual clinical cases, while systematic studies and randomized controlled trials were largely absent. The main challenges in treatment included low patient motivation, difficulty maintaining oral hygiene, the need to adapt behavior management techniques, and the use of pharmacological or physical methods to ensure effective and safe treatment.

Conclusions. The success of orthodontic therapy in patients with mental disorders depends on a combination of appropriate mechanotherapy, behavior modification techniques, and a multidisciplinary approach. Important factors include patient motivation and the cooperation of parents or caregivers. Further systematic studies are required to develop clear guidelines for providing orthodontic care to individuals with mental and intellectual disabilities.

Keywords: *orthodontics; mental disorders; intellectual disabilities; behavior modification; special healthcare needs; physical restraint; orthodontic treatment.*

The article is published under open access conditions under the CC BY-NC license.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Introduction

Children and adolescents with special healthcare needs (SHCN) demonstrate a higher prevalence of dentofacial anomalies compared to their peers without associated conditions. This group includes patients with various types of impairments—physical, mental, sensory, cognitive, behavioral, or emotional—as well as those with chronic or limiting conditions requiring ongoing medical supervision, specialized care, and additional resources.

In recent decades, there has been a steady increase in the number of children and adolescents with SHCN, which can be attributed to several factors, including population growth, increased life expectan-

cy, improved access to healthcare services, and the development and implementation of more sensitive early diagnostic methods [1].

Patients with disabilities, once they gain access to healthcare services, generally prefer to continue treatment with professionals who demonstrate empathy, attentiveness, and professional responsibility. However, the initial stage of access to healthcare remains a key barrier, as it requires an adequate understanding of the patient's condition and the provision of continuous care at all stages of treatment, which is a critical component in the management of patients with SHCN [2].

According to statistical data, in the United States, approximately one in five children belongs to the

category of individuals with special healthcare needs [3]. The results of a pilot study conducted in India in 2002 showed that more than a quarter of patients undergoing orthodontic treatment had comorbid conditions that could influence the course and outcomes of therapy. Therefore, practicing orthodontists must possess the necessary knowledge and skills for the diagnosis and treatment of this patient population [4].

Patients with Down syndrome are generally classified within the group of moderate to severe intellectual disabilities, as their IQ values typically range from 25 to 50 [5].

The use of non-pharmacological behavior management techniques, particularly the “tell-show-do” approach, allows for effective dental treatment in a significant proportion of patients with special healthcare needs (SHCN) [6]. However, in cases of severe dental pathology and associated disabilities, pharmacological behavior management methods may be required, including inhalation sedation with nitrous oxide and oxygen or treatment under general anesthesia, which improve the quality of care provided [7].

It should be noted that most children with developmental disorders experience higher levels of anxiety before treatment compared to patients without such conditions. Therefore, establishing a trusting relationship between the clinician and the patient plays a key role and requires empathy, patience, and a careful approach [8]. Despite the relevance of this issue, there is currently a lack of systematic reviews addressing behavioral modification and the specific features of orthodontic treatment in patients with mental disorders. Therefore, the aim of this review is to analyze the main orthodontic problems in this patient population and to identify ways to optimize the provision of specialized care.

Materials and Methods

Focused research question:

Do established orthodontic guidelines contribute to achieving predictable clinical outcomes in patients with mental and intellectual disorders?

Search strategy

A literature search was conducted in the electronic databases PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Oral Health Group, and Dentistry & Oral Sciences Source. The analysis included English-language publications published between January 2002 and December 2022 that were potentially relevant to the aim of the study.

One study described the use of staged desensitization followed by a six-year follow-up in a 10-year-old patient with a pronounced skeletal Class II anomaly. Functional appliances, such as a Twin-block, were

used in combination with extraoral traction (headgear). At the final stage, fixed orthodontic appliances were successfully placed, and the patient adapted to them without significant difficulties [9].

Another clinical report examined the treatment of a 12-year-old patient with cerebral palsy and an 8-year-old patient with autism spectrum disorder. Therapy was carried out in accordance with specialized orthodontic recommendations for this patient population. General anesthesia was used in both cases to perform the necessary procedures. The authors emphasized that practice-oriented training (including clinical internships) plays an important role in ensuring high-quality orthodontic care for such patients [10].

Prior to initiating orthodontic treatment, it is important to educate parents on maintaining their children’s oral hygiene [11].

In providing orthodontic care to patients with intellectual disabilities, intravenous sedation may be considered a less invasive alternative to general anesthesia, allowing for adequate behavior control during treatment [12].

Several studies have conducted a comprehensive analysis of different approaches to managing this category of patients, including psychosocial methods, pharmacological support, and, when necessary, the use of physical restraints. Such a multifactorial approach allows orthodontic treatment to be adapted to the individual characteristics of the patient and improves its effectiveness [13].

The authors also analyzed clinical recommendations and possible modifications to treatment plans aimed at achieving maximum therapeutic outcomes. Particular attention was given to the management of patients with attention deficit hyperactivity disorder and autism spectrum disorders. It is emphasized that the treatment of children with mental disorders requires significant time and organizational resources and is usually carried out in several stages [14].

Orthodontists must consider potential modifications of standard therapeutic and orthodontic approaches to optimize care for patients with special needs. Effective communication with parents plays a key role in achieving positive treatment outcomes, even in cases where it is not possible to fully achieve the initially planned goals or ensure full patient compliance [15].

Planned and individualized orthodontic treatment contributes to improvements in both functional and aesthetic outcomes [16].

Several studies have analyzed the behavioral characteristics of patients with Down syndrome and proposed various strategies for behavior manage-

ment aimed at improving the effectiveness of orthodontic treatment [17].

Discussion

An analysis of four clinical cases and eight review papers showed that orthodontic treatment in patients with mental disorders can be carried out using behavioral and pharmacological methods, as well as, when necessary, physical restraint techniques. The findings of this systematic review indicate that the number of studies investigating factors influencing patients' responses to orthodontic interventions, as well as parental attitudes toward such care, remains limited, which is consistent with previously published data [18].

A key objective of modern dentistry is to reduce, and ultimately eliminate, disparities in oral health status between patients with disabilities and the general population. This is due to the fact that individuals with special needs often experience difficulty in maintaining basic oral hygiene and have an increased susceptibility to dentofacial anomalies. Parents play a crucial role in decision-making regarding orthodontic treatment, acting as the primary motivating factor. The most common reasons for seeking treatment include the desire to improve the child's appearance and facilitate successful social adaptation [19].

According to available estimates, between 12% and 18% of the global pediatric population has cognitive or motor impairments. The term "special needs" encompasses patients with developmental disorders (including intellectual disabilities, cerebral palsy, autism spectrum disorders, and Down syndrome), as well as individuals with severe somatic conditions requiring a specialized approach to treatment.

At the pretreatment stage, the clinician must carefully collect a detailed medical history and, if necessary, collaborate with the patient's primary care physicians. During the initial visit, it is important to obtain information from parents or caregivers regarding the child's oral hygiene habits. In some cases, as the patient adapts, anxiety levels decrease, cooperation improves, and an adequate level of oral hygiene is maintained, allowing treatment to continue until optimal clinical outcomes are achieved.

In patients with intellectual disabilities, a desensitization phase is usually required prior to the initiation of orthodontic treatment, as they may have difficulty processing new information and following multistep instructions [20]. In most clinical situations, treatment goals can be achieved through an individualized approach, the use of behavior management techniques, and the application of positive and negative reinforcement. Subsequently, the need for additional therapeutic interventions should be

determined, particularly in patients with low tolerance to procedures.

In more complex cases, patients may require conscious sedation — a controlled pharmacological state of relaxation while maintaining consciousness. Commonly used agents include propofol and midazolam due to their short half-lives and mild sedative effects. The most common side effect is drowsiness. It should also be taken into account that patients in this category often take multiple medications, the side effects of which may further negatively impact oral health.

The most complex orthodontic procedures are performed under general anesthesia. Such interventions require a specialized operating room setting due to potential intraoperative and postoperative complications involving the respiratory and cardiovascular systems, which increases both patient risk and treatment costs. Therefore, intravenous deep sedation is often considered a preferable alternative to general anesthesia and has demonstrated high effectiveness even in patients with severe impairments. Simple and minimally invasive orthodontic procedures are generally better tolerated under sedation. With appropriate preparation of the dental office, sedation can be administered on an outpatient basis by an anesthesiologist. General anesthesia should be regarded as a last resort and used only after all other behavior management methods have been exhausted [21].

Special attention is given to patients with Down syndrome, in whom occlusal instability may be associated with early atypical involuntary contractions of facial and masticatory muscles. Correction of such conditions is possible through myofunctional therapy and orthodontic methods [22]. In addition, the rational use of orthodontic appliances can help prevent self-injurious behavior in this patient group.

Considering the communication challenges associated with patients with intellectual disabilities, dental practitioners should pay particular attention to both nonverbal cues and verbal instructions, ensuring that communication is simple, clear, and repeated when necessary.

During orthodontic treatment, such patients are recommended to undergo regular follow-ups with a dental hygienist. In cases of gingival hyperplasia, a gingivectomy may be required; however, this procedure can be challenging in patients with special healthcare needs. Therefore, parents should be informed in advance about possible interventions. The use of fixed orthodontic appliances allows for optimal occlusal outcomes to be achieved within a relatively short period of time [23]. At the same time, the main limiting factors remain insufficient professional training and a lack of interdisciplinary collaboration within dental teams. Key conditions for successful treatment include

active parental involvement, adequate assessment of the patient's functional capabilities, and the creation of a comfortable, adapted clinical environment.

Modern technologies significantly expand the possibilities for providing orthodontic care to this patient population. These include minimally invasive surgical procedures, clear removable aligners, dental implants, self-ligating bracket systems, advanced oral hygiene tools, and temporary anchorage devices for controlled tooth movement. Improvement in smile aesthetics contributes to increased self-esteem and better social adaptation, which is of comparable importance to treatment outcomes in the general population [24].

The limited number of studies included in this systematic review makes it difficult to draw generalized conclusions. Most of the analyzed studies were descriptive in nature and based on small sample sizes, with a predominance of subjective assessments and a lack of rigorous statistical analysis.

Conclusion

Orthodontic treatment of patients with intellectual disabilities requires an individualized and comprehensive approach, taking into account a wide range

of additional therapeutic options. Key determinants of successful outcomes include collaboration with parents, patient motivation, appropriate selection of orthodontic mechanotherapy, and the use of behavior management techniques in combination with interdisciplinary cooperation among specialists.

To improve the quality of training for future orthodontists, it is advisable to include in residency and clinical education programs topics related to behavioral and pharmacological patient management, as well as the principles of a team-based, interdisciplinary approach to the treatment of this patient population.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Consent to publication

The authors have given their consent to the publication of the manuscript.

Use of Artificial Intelligence

The authors state that no artificial intelligence was used in the writing of the article.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Akinwonmi, B. A., Kolawole, K. A., Folayan, M. O., & Adesunloye, A. M. (2020). Orthodontic treatment need of children and adolescents with special healthcare needs in Nigeria. *Eur Arch Paediatr Dent*, 21(3), 355–362. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00492-y>.
2. Barros, A., Mascarenhas, P., Botelho, J., et al. (2022). Autism spectrum disorders and malocclusions: systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*, 11(10), 2727. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm11102727>.
3. Hsiao, S. Y., Chen, P. H., Huang, S. S., et al. (2021). Dental treatment needs and risk factors among school children with special needs in Taiwan. *J Pers Med*, 11(6), 452. DOI: <https://doi.org/10.3390/jpm11060452>.
4. Zhou, N., Wong, H. M., Wen, Y. F., & McGrath, C. (2017). Oral health status of children and adolescents with intellectual disabilities: systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*, 59(10), 1019–1026. DOI: <https://doi.org/10.1111/dmcn.13486>.
5. Alqahtani, H., AlKhalaf, O., & Al-Askar, S. (2019). Medically compromised patients in orthodontic practice: review and recommendations. *Int Orthod*, 17(4), 776–788. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2019.08.015>.
6. Dasgupta, M., Panda, S., & Das, A. (2021). Orthodontic considerations in children with intellectual disabilities: narrative review. *J Med Dent Sci Res*, 8(1), 26–32.
7. Erwansyah, E., Horax, S., Singgih, M. F., et al. (2020). Orthodontic care in children with special needs: literature review. *Sys Rev Pharm*, 11(11), 482–484.
8. Abeleira, M. T., Pazos, E., Ramos, I., et al. (2014). Orthodontic treatment for disabled children: survey of parents' attitudes. *BMC Oral Health*, 14, 98. DOI: <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-98>.
9. Carvalho Ferreira F. P., Barbosa Lima A. P., et al. (2016). Orthodontic protocol using mini-implant in a patient with special needs. *Case Rep Dent*, 2016:1057263. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/1057263>.
10. Manzon, L., Cornacchione, G., Tosello, F., et al. (2021). Orthodontic treatment outcomes in children with developmental disorders: retrospective study. *Eur J Orthod*, 43(5), 539–547. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa055>.
11. Martins-Junior, P. A., Marques, L. S., Ramos-Jorge, M.L., et al. (2017). Toothbrushing capability and malocclusion in adolescents with special needs. *PLoS One*, 12(9), e0184566. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184566>.

12. Emma Göransson, Mikael Sonesson, Aron Naimi-Akbar, Lillemor Dimberg. (2023). Malocclusions and quality of life among adolescents: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 45(3), 295–307, DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjad009>.
13. Chaushu, S., & Becker, A. (2002). Behaviour management needs for the orthodontic treatment of children with disabilities. *European journal of orthodontics*, 22(2), 143–149. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/22.2.143>.
14. Doriguëtto, P. V. T., Carrada, C. F., Scalioni, F. A. R., Abreu, L. G., Devito, K. L., Paiva, S. M., & Ribeiro, R. A. (2019). Malocclusion in children and adolescents with Down syndrome: A systematic review and meta-analysis. *International journal of paediatric dentistry*, 29(4), 524–541. DOI: <https://doi.org/10.1111/ipd.12491>.
15. Sabuncuoglu, F. A., & Özcan, E. (2014). Orthodontic management of a patient with cerebral palsy: six years follow-up. *The journal of contemporary dental practice*, 15(4), 491–495. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1567>.
16. Ponitz, A., Sharma, R., Nanda, R. S. (2018). Complex orthodontic treatment in patients with autism: case series. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 153(4), 569–578. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.12.017>.
17. Fiorillo, L., Cervino, G., Lo Russo, L., et al. (2021). Oral health in special needs populations: current perspectives. *Clin Cosmet Investig Dent*, 13, 285–301.
18. Cote, C. J., & Wilson, S. (2019). Sedation and anesthesia for behavior management in dentistry: special needs focus. *Pediatr Dent*, 41(2), 92–101.
19. Du, R., Ren, Y., & McGrath, C. (2020). Orthodontic treatment complexity in patients with developmental disorders. *J Dent Res*, 99(12), 1364–1373.
20. Livas, C., Delli, K., & Ren, Y. (2020). Evidence-based approaches to behavior management in orthodontics. *Eur J Orthod*, 42(1), 58–67. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjz034>.
21. de Oliveira, B. H., Nadanovsky, P., & Antunes, J. L. F. (2018). Oral health-related quality of life in special health care populations: systematic review. *J Dent Res*, 97(4), 323–333.
22. Marcenes, W., Kassebaum, N. J., Bernabe, E., et al. (2019). Global burden of oral conditions in special needs children. *J Clin Pediatr Dent*, 43(5), 340–348.
23. Ruiz, R. G., Parra, J. P., Arriola, J. J., et al. (2021). Orthodontic functional appliances in special needs patients: systematic review. *J Orthod Res*, 9(2), 85–96.
24. Torres, C. S., Sousa, A. C., & Lima, A. G. (2022). Removable aligners vs fixed appliances in children with developmental delays: pilot study. *J Orthod Sci*. 11. 18.

Ортодонтичне лікування пацієнтів з ментальними та інтелектуальними порушеннями: систематичний огляд

Мехмані І. Г., Мехмані В. Р., Алієв М. С. А.

Азербайджанський медичний університет. Баку, Азербайджан

Резюме. Пацієнти з ментальними та інтелектуальними порушеннями демонструють вищий рівень тривожності під час очікування ортодонтичного лікування порівняно із загальною популяцією. Незважаючи на це, у літературі бракує систематичних оглядів, присвячених методам поведінкової корекції та особливостям ортодонтичної терапії для цієї категорії пацієнтів.

Метою цього огляду було виявлення основних ортодонтичних проблем і бар'єрів у лікуванні осіб із ментальними порушеннями з акцентом на розробку рекомендацій для оптимізації ортодонтичної допомоги.

Матеріали та методи. Проведено огляд літератури, що включав дослідження, в яких розглядалися стратегії поведінкової корекції та/або методи фізичного обмеження, що застосовуються під час ортодонтичного лікування пацієнтів з інтелектуальними порушеннями. Для пошуку використовувалися бази даних PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Oral Health Group та Dentistry & Oral Sciences Source за період з 2002 по 2022 роки. Було відібрано статті англійською мовою, що відповідали критеріям включення, а якість обраних досліджень оцінювалася за допомогою інструментів критичної оцінки Інституту Джоанни Бріггс (Joanna Briggs Institute).

Результати. Огляд показав, що більшість досліджень мали описовий характер і включали окремі клінічні випадки, тоді як систематичні дослідження та рандомізовані контрольовані випробування практично відсутні. Основні проблеми під час лікування включали низьку мотивацію пацієнтів, труднощі з підтриманням гігієни порожнини рота, необхідність адаптації методів управління поведінкою та використання фармакологічних або фізичних засобів для забезпечення ефективного й безпечного лікування.

Висновки. Успіх ортодонтичної терапії у пацієнтів із ментальними порушеннями визначається поєднанням адекватної механотерапії, методів поведінкової корекції та мультидисциплінарного підходу. Важливими факторами

є мотивація пацієнта та співпраця батьків або опікунів. Необхідні подальші систематичні дослідження для розробки чітких рекомендацій щодо надання ортодонтичної допомоги особам із ментальними та інтелектуальними порушеннями.

Ключові слова: ортодонтія; ментальні порушення; інтелектуальні порушення; поведінкова корекція; спеціальні медичні потреби; фізичні обмеження; ортодонтичне лікування.

**Стаття: надійшла до редакції 02.02.2026 р.;
прийнята до друку 15.04.2026 р.,
опублікована 11.05.2026 р.**

Mehmani, Ilham Gasanaga

Doctor of Philosophy in Medicine,
Assistant Professor, Department of Orthopedic
Dentistry, Azerbaijan Medical University,
Baku, Azerbaijan.

 <https://orcid.org/0009-0003-2072-7944>

Mehmani, Vusala Rasim

Assistant Department of Orthodontics,
Azerbaijan Medical University,
Baku, Azerbaijan.

 <https://orcid.org/0009-0002-0933-8764>

Aliyev, Mammad Suad Afrail

Doctor of Philosophy in Medicine,
Assistant Department of Terapeutik Dentistry,
Azerbaijan Medical University,
Baku, Azerbaijan.

 <https://orcid.org/0009-0003-9012-5826>

*Ольга Ісакова, Наталія Боднарук, Галина Гірчак,
Олександр Колесніченко, Володимир Колесніченко*

*ДНП «Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна*

Порівняльна ефективність, валідність та судово-медична значущість методів Demirjian та Cameriere для визначення зубного віку у дітей в Україні та світі

▷ **Актуальність.** Визначення точного хронологічного віку людини — одне з найскладніших і найважливіших завдань сучасної судової медицини, клінічної педіатрії та дитячої стоматології. В умовах глобалізації, активних міграційних процесів та потреби в розслідуванні кримінальних правопорушень за відсутності документів, що посвідчують особу, оцінювання вікових показників набуває критичного юридичного значення.

Метою цієї роботи є проведення глибокого порівняльного аналізу ефективності методів визначення зубного віку за Demirjian та Cameriere на основі результатів власних досліджень та даних сучасної літератури, а також обґрунтування вибору оптимальної методики для використання в Україні.

Матеріали та методи дослідження. У цій роботі представлено всебічний аналіз проблеми визначення біологічного віку дитини за стоматологічним статусом. На основі систематичного огляду наукових джерел, опублікованих за останнє десятиліття у провідних фахових виданнях світу та України, а також спираючись на власні проведені дослідження, сформовано порівняльну характеристику двох найбільш поширених методологічних підходів: методу оцінки стадій мінералізації постійних зубів за Demirjian та морфометричного методу вимірювання відкритих апексів коренів постійних зубів за Cameriere.

Особливу увагу в роботі приділено валідизації цих методів на українській популяції дітей, базуючись на фундаментальних дослідженнях В. Ф. Макєєва та О. О. Ісакової серед популяції дітей Прикарпатського регіону України та опублікованих результатах досліджень, проведених міжнародною групою науковців, за участі М. Гончарук-Хомин та ін. серед вибірки дітей, які проживають на території Закарпаття.

Висновки. Встановлено, що класичний метод Demirjian має виражену тенденцію до систематичного завищення хронологічного віку українських дітей (переоцінка віку коливається від +0,43 до +0,58 року серед дітей Закарпатського регіону України). Метод Cameriere визнано більш об'єктивним та відтворюваним; він продемонстрував високу точність та надійність з мінімальним середнім відхиленням, що робить його пріоритетним інструментом для використання у вітчизняній судовій медицині та клінічній стоматології. Аналогічні результати спостерігалися у переважній більшості досліджуваних популяцій інших регіонів світу та країн.

У світовій науковій практиці відбувається остаточний перехід від якісних (описових) методів оцінки віку до кількісних (морфометричних).

Дослідження показують, що нейромережі, навчені на алгоритмі Cameriere, досягають точності, порівнянної з роботою досвідченого експерта, але виключають фактор втоми та суб'єктивності. Це відкриває перспективи створення національного українського програмного продукту для автоматизованої оцінки віку.

Ключові слова: діти; зубний вік; метод Demirjian; метод Cameriere; ортопантомографія.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Визначення точного віку людини — одне з найскладніших і найважливіших завдань сучасної судової медицини, клінічної педіатрії та дитячої стоматології. В умовах глобалізації, активних міграційних процесів та розслідування кримінальних правопорушень без документів, що посвідчують особу, визначення хронологічного віку набуває критичного юридичного значення. В Україні настання 14, 16 та 18 років кардинально змінює правовий статус особи, її дієздатність та межі кримінальної відповідальності [1].

Біологічний вік, який відображає реальний ступінь фізіологічного розвитку організму, не завжди збігається з паспортним (хронологічним). Для його оцінки традиційно використовують кілька маркерів: скелетну зрілість (за рентгенограмою кисті та зап'ястя), появу вторинних статевих ознак (соматичний вік) та зубний вік. Серед них саме зубний вік визнано найбільш надійним індикатором біологічної зрілості. Це зумовлено тим, що процес розвитку зубів (одонтогенез) значною мірою детермінований генетично і менш піддається впливу екзогенних та ендогенних факторів, таких як особливості харчування, кліматичні умови чи короточасні гормональні збої, які можуть суттєво спотворити картину скелетного дозрівання [2–5].

Оцінка зубного віку дитини є одним з найшвидших та найнадійніших методів, що необхідні не лише при плануванні стоматологічного чи ортодонтичного лікування, але й відіграють важливу роль для ідентифікації жертв масових катастроф, при міграційних процесах, а також у кримінальних справах за участі неповнолітніх [2].

За останні десятиліття було розроблено низку інструментальних рентгенологічних методів оцінки зубного віку, які ґрунтуються на детальному аналізі цифрових ортопантограм (ОПТГ). Ці методи можна класифікувати на дві основні категорії: морфологічні (що базуються на візуальній ідентифікації стадій розвитку коронки та кореня) та метричні (базуються на точних математичних та геометричних вимірюваннях анатомічних структур зуба). Найбільш розповсюдженими і активно досліджуваними представниками цих двох підходів у світовій практиці є метод Demirjian (Demirjian et al., 1973) та метод Cameriere (Cameriere et al., 2006).

Незважаючи на їхнє надзвичайно широке застосування, глобальні епідеміологічні дослідження демонструють значну варіабельність точності цих методів залежно від етнічної належності, гео-

графічного розташування та генетичного фону досліджуваних популяцій [2, 5–7].

Розвиток зубів та їхніх коренів являє собою багатогранний та динамічний процес, у якому біологічні системи, а саме кісткова тканина та тканини зуба, проходять різні стадії розвитку, перш ніж досягти повної зрілості. Відповідно, для оцінки біологічного (зубного) віку дитини зазвичай аналізують стан зубів і кісток. Процес розвитку зуба не залежить від більшості екзогенних впливів, а також зуби залишаються одними з останніх структур, що розкладаються після смерті, що робить їх надійним матеріалом для експертизи навіть після смерті людини [2–5].

Метод Demirjian є одним із найпопулярніших методів оцінки стоматологічного віку завдяки своїй простоті, а також легкості стандартизації та відтворюваності. Метод Cameriere, з іншого боку, базується на вимірюванні відстані між відкритими верхівками семи лівих постійних зубів нижньої щелепи, які візуалізуються на панорамних рентгенограмах. Оскільки точність та надійність методів оцінки стоматологічного віку, описаних у літературі, різняться залежно від популяції, важливо, щоб обраний метод враховував особливості досліджуваної популяції [2–7].

Метою цієї роботи є проведення глибокого порівняльного аналізу ефективності методів Demirjian та Cameriere на основі даних сучасної літератури і результатів власних досліджень, обґрунтування вибору оптимальної методики для використання в Україні, а також окреслення перспектив у розвитку й застосуванні цих методів на практиці.

Матеріали і методи дослідження

Проведено ґрунтовний статистичний науковий аналіз результатів власних досліджень та інших праць, виконаних в Україні та світі щодо ефективності та валідності методів визначення зубного віку за системами Cameriere та Demirjian, висвітлених протягом останнього десятиліття у наукових джерелах.

Наразі у світовій практиці запропоновано десятки методів оцінки зубного віку, проте «золотим стандартом» протягом останніх п'ятдесяти років все-таки залишався метод, запропонований Arthur Demirjian у 1973 році. Його популярність базувалася на відносній простоті та чіткій візуалізації стадій розвитку. Однак, починаючи з 2010-х років, наукова спільнота все частіше фіксує значні розбіжності між результатами, отриманими за методом Demirjian, та реальним (хронологічним) віком сучасних дітей. Це спонукало до пошуку нових, більш точних підходів, серед яких провідне місце посів метод Roberto



Рис. 1. Зразок проведення замірів за методом Cameriere.

Cameriere, заснований на математичному аналізі пропорцій зуба [2–7].

Історія використання зубів для визначення віку сягає корінням у XIX століття, коли оцінка базувалася переважно на термінах прорізування зубів. Проте прорізування є вкрай варіабельним процесом, на який впливають місцеві фактори (рання втрата молочних зубів, анкілоз, скупченість). З появою рентгенографії акцент змістився на оцінку стадій мінералізації зубних зачатків, що є безперервним і більш стабільним процесом [3, 4].

У 2006 році італійський професор Cameriere запропонував принципово інший підхід. Замість суб'єктивної оцінки стадій («на око») метод пропонує вимірювати лінійні розміри зуба та визначати їхнє співвідношення [7].

Методика визначення зубного віку за методом Cameriere полягає в тому, що на ортопантомограмах (ОПТГ) обстежують ділянку нижніх семи зубів зліва з визначенням індивідуального коефіцієнта коренів кожного постійного зуба (співвідношення A/L зубів 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37), де L — довжина кореня, а A — ширина незакритої верхівки кореня цього зуба, тобто відстань між крайніми точками стінок кореня на незакритій верхівці. Відповідно до нумерації кожного зуба нумеруються величини A і L . Це співвідношення позначимо як X із порядковим номером для кожного досліджуваного зуба (X_1, X_2, X_3 тощо). Наприклад, величини центрального різця позначаються як L_1 і A_1 , латерального L_2 і A_2 тощо. У багатокореневих зубах при замірах незакритих верхівок величини для кожного кореня позначаються додатковим порядковим номером після позначки

порядковості зуба в цьому сегменті, тобто для коренів 36 зуба будуть позначення $A_{6.1}$ (для мезіального кореня) і $A_{6.2}$ (для дистального кореня). Проведення замірів зображено на рис. 1 [3–5, 7].

Існує багато модифікацій формули лінійної регресії Cameriere, які були розроблені науковцями різних країн для окремо обраних популяцій досліджуваних дітей. На потребу в модифікації впливали особливості будови щелепно-лицевої ділянки дітей, а також особливості її формування у дітей визначеного регіону проживання. Отже, практично для кожного іншого регіону чи країни проживання досліджуваних дітей здійснювалась модифікація формули з урахуванням особливостей цього регіону. Деякі вчені вводили додаткові коефіцієнти для кожної статі, за наявності чи відсутності премолярів, співвідношення обстежуваних дівчаток і хлопчиків тощо [2, 3, 5, 7, 8–17].

Європейська формула:

$Вік = 8,387 + 0,282g - 1,692x_5 + 0,835N_0 - 0,116s - 0,139sN_0$,
де g — стать (1 для хлопчиків та 0 для дівчаток);
 x_5 — співвідношення величин другого премоляра;
 N_0 — кількість зубів із закритими верхівками;
 s — сума співвідношень 7-ми постійних зубів [7].

Китайська формула:

$Вік = 10,575 + 0,343g - 2,605x_3 - 2,343x_4 + 0,594N_0 - 0,416s - 0,170sN_0$,

де g — стать (1 для хлопчиків та 0 для дівчаток);
 x_3 та x_4 — співвідношення величин ікла та першого премоляра;
 N_0 — кількість зубів із повністю закритими верхівками коренів;
 s — сума співвідношень відкритих апексів [16].

Індійська формула:

Вік =

$$9,402 - 0,879s + 0,663N_0 - 0,711s - 0,106sN_0,$$

де s — географічний коефіцієнт (1 — для населення Південної Індії та 0 — для населення Північної Індії);

N_0 — кількість зубів із повністю закритими верхівками коренів;

s — сума співвідношень відкритих апексів [18].

Провівши дослідження серед дітей Львова та Львівської області (Прикарпатський регіон України), науковці адаптували формулу лінійної регресії Cameriere, яка набула такого вигляду й була уточнена певними доповненнями [2, 3, 19]:

Зубний вік =

$$9,402 + 0,663N_0 - 0,711s - 0,106sN_0,$$

де N_0 — кількість зубів із повністю закритими верхівками коренів, а s — сума співвідношень відкритих апексів.

Завдяки використанню співвідношень величин, а не абсолютних значень, метод Cameriere забезпечує вищу математичну чутливість до дрібних змін у мінералізації. Водночас глобальні до-

слідження вказують на загальну тенденцію цього методу до недооцінки хронологічного віку. Це статистичне явище пов'язане з математичними обмеженнями моделі лінійної регресії на фінальних етапах мінералізації зубів, коли апекси майже закриті, і модель втрачає роздільну здатність.

Сучасні дослідження підтверджують, що цей метод забезпечує значну точність у віковому діапазоні від 5 до 15 років, проте потребує певної адаптації для різних регіонів [9–17].

Метод Demirjian (1973) базується на аналізі панорамної рентгенограми. Оцінюванню підлягають сім зубів нижньої щелепи з лівого боку (від центрального різця до другого моляра). Для кожного зуба визначається один із восьми ступенів розвитку (A, B, C, D, E, F, G, H):

- *Ступінь А:* початок кальцифікації спостерігається на верхньому рівні горбів чи ріжучого краю у вигляді конуса.

- *Ступінь В:* злиття кальцифікованих точок утворює один або кілька горбів, які об'єднуються в рівномірну оклюзійну поверхню.

- *Ступінь С:* завершено формування емалі на оклюзійній поверхні, почалося відкладення дентину, і пульпова камера має вигнуту форму, що відповідає оклюзійній поверхні.

- *Ступінь D:* формування коронки зуба завершено, почалося коренеутворення.

- *Ступінь Е:* довжина кореня менше за висоту коронки; у молярах утворення біфуркації візуалізується як кальцифікована точка або має півмісяцеву форму.

- *Ступінь F:* стінки пульпової камери утворюють рівнобедрений трикутник, її верхівка закін-



Рис. 2. Приклад оцінки ступеня розвитку зубів за методом Demirjian.

Таблиця 1.

Показники хронологічного та зубного віку дітей Прикарпатського регіону України (за методами Cameriere та Demirjian) у різних вікових групах [3, 20].

Вікова група	Кількість дітей (n)	Хронологічний вік	Вік за Cameriere	Вік за Demirjian
6–7 років	23	7,15 ± 0,57	7,29 ± 0,70	7,51 ± 0,43
8–9 років	34	8,84 ± 0,55	8,77 ± 0,78	9,31 ± 0,96
10–11 років	22	11,04 ± 0,60	11,05 ± 1,09	11,72 ± 1,13
12–13 років	29	12,85 ± 0,50	12,72 ± 0,68	13,71 ± 0,89
6–13 років (SDcomb)	108	10,01 ± 2,21	9,98 ± 2,22	10,60 ± 2,50

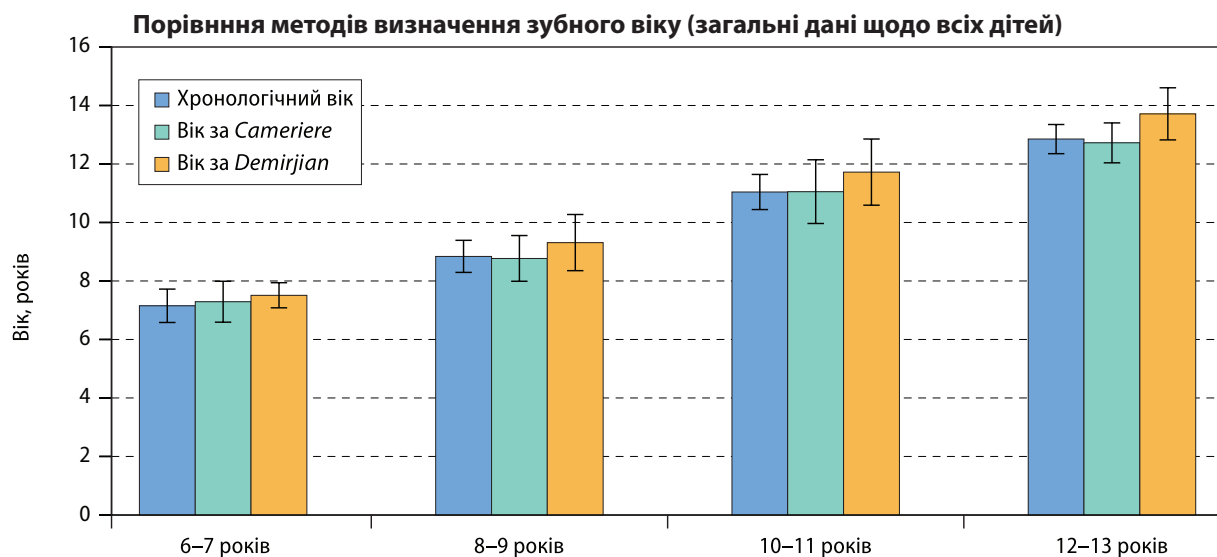


Рис. 3. Графічне зображення валідності методів визначення зубного віку у дітей Прикарпатського регіону України у чотирьох вікових групах

чується лійкоподібно, довжина кореня дорівнює висоті коронки або більша за неї.

- **Ступінь G:** стінки кореневого каналу паралельні, проте апікальний кінець ще частково відкритий.

- **Ступінь H:** апекс кореня повністю закритий, періодонтальна щілина має рівномірну ширину [6, 20, 23].

Проведення оцінювання за стадіями зображено на рис. 2.

Кожному ступеню присвоюється певний бал, який залежить від статі дитини. Сума цих оцінок конвертується у зубний вік за допомогою розроблених автором таблиць.

Результати та обговорення

Результати оцінювання за методами Demirjian та Cameriere, отримані у вибірці дітей Прикарпатського регіону України, свідчать про систематичну переоцінку хронологічного віку при застосуванні методу Demirjian у різних вікових групах (табл. 1).

Представлені дані свідчать про те, що метод Demirjian у вибірці дітей Прикарпатського регіону України у вікових групах 6–7, 8–9, 10–11 та

12–13 років стабільно завищує вік українських дітей у середньому на пів року (0,5–0,86 року). Порівняльний аналізований розподіл показників детально відображено на стовпчиковій діаграмі (рис. 3).

Метод Cameriere у всіх представлених вікових групах демонструє максимально наближені показники до хронологічного віку. Натомість система Demirjian виявляє тенденцію до переоцінки, яка стає помітнішою у старших вікових групах. Наприклад, у категорії 12–13 років метод Demirjian видає середнє значення аж 13,71 ± 0,89 року при показнику хронологічного віку 12,85 ± 0,50 року. У судово-медичній практиці така похибка є неприпустимою, оскільки може призвести до помилкової кваліфікації віку підлітка як такого, що досяг віку кримінальної відповідальності [1].

Суттєві похибки у визначенні віку дитини за методом Demirjian відмічалися і при дослідженні вибірки дітей Закарпатського регіону [21]. Результати, отримані в цьому регіоні України, також засвідчили значне завищення показників. У вибірці дітей віком 6–14 років включно переоцінка за методом Demirjian становила від +0,43 до +0,58 року [21].

Зведена таблиця показників середнього відхилення (DA – CA) серед популяцій різних країн світу

Країна	За методом Demirjian, років	За методом Cameriere, років
Німеччина	Хлопчики: + 0,16 Дівчатка: + 0,18	Хлопчики: – 0,07 Дівчатка: – 0,08
Хорватія	Загалом: +1,02	Загалом: – 0,40
Португалія	Хлопчики: +1,47 Дівчатка: +1,45	
Китай	Східний Китай: Хлопчики: + 0,73 Дівчатка: + 0,79	Південний Китай: Хлопчики: – 0,47 Дівчатка: – 0,69
Індія	Загалом: +1,767	Загалом: – 0,8667
Туреччина	Хлопчики: + 0,64 Дівчатка: + 0,55	Хлопчики: – 0,24 Дівчатка: – 0,23
Саудівська Аравія	Загалом: + 0,15	
Іран	Хлопчики: + 0,36 Дівчатка: + 0,57	
Бразилія	Хлопчики: + 0,76 Дівчатка: + 0,77	Хлопчики: – 0,14 Дівчатка: – 0,02
Фінляндія	Хлопчики: + 0,47 Дівчатка: + 0,22	Хлопчики: – 0,35 Дівчатка: – 0,48

Примітка. Дані таблиці інтегровані виключно із зазначених наукових джерел. Пропуски у клітинках залишені у випадках, коли конкретні показники середнього відхилення для певного методу або країни не були кількісно репрезентовані в аналізованій літературі [3, 8, 10, 11, 13–17, 20, 21, 23].

Основна проблема методу Demirjian полягає в тому, що його було розроблено на вибірці дітей французько-канадського походження середини XX століття. Сучасні діти внаслідок явища акселерації (секулярного тренду) розвиваються швидше. Дослідження Jayaraman та Roberts (2016) переконливо доводять, що застосування оригінальних оціночних таблиць Demirjian до сучасних популяцій призводить до систематичного завищення віку [6, 22].

На основі детального аналізу представленого масиву наукової літератури сформовано структуровану таблицю показників середнього відхилення оціненого зубного віку від хронологічного (DA – CA) у досліджуваних популяцій різних країн.

Представлені в таблиці результати відображають цілісну картину мінливості темпів дозрівання зубної системи по всьому світу. Аналіз цих даних вимагає глибокого розуміння генетичних, кліматичних та інших соціально-біологічних особливостей кожної досліджуваної популяції.

Європейський регіон: Німеччина, Хорватія, Португалія, Фінляндія.

У європейському регіоні спостерігається надзвичайно показова варіабельність точності методів, яка корелює з географічним положенням та етногенетичними особливостями.

Ретроспективне дослідження, проведене в Німеччині (аналіз 479 панорамних рентгенограм: 268 хлопчиків та 211 дівчаток віком від 6 до 14 років), продемонструвало порівняно високу точність обох методів. Середнє відхилення за методом Demirjian становило +0,16 року для хлопчиків ($p = 0,010$) та +0,18 років для дівчаток ($p = 0,008$). Це вказує на незначну, але статистично достовірну переоцінку. З іншого боку, метод Cameriere в цій самій вибірці показав мінімальну недооцінку: – 0,07 року для хлопчиків та – 0,08 року для дівчаток. Попри те, що середнє відхилення для Cameriere було ближчим до нуля, детальний статистичний аналіз виявив ширший діапазон похибок (від – 1,38 до 3,83 років для хлопчиків). Це змусило авторів зробити висновок, що метод Demirjian у німецькій популяції забезпечує більш стабільні результати з меншою середньоквадратичною дисперсією [10].

У балканському регіоні, зокрема в Хорватії, картина кардинально змінюється. Дослідження масивної вибірки з 1492 ортопантомограм (704 хлопчики, 788 дівчаток віком 6.0–13.9 року) виявило, що метод Demirjian системно та суттєво переоцінює вік на +1.02 року. Найбільша розбіжність фіксувалася серед 11- та 12-річних дівчаток, що вказує на значно раніший пубертатний стрибок мінералізації порівняно з канадськими

стандартами 1970-х років. Натомість європейська формула Cameriere показала найкращі результати серед чотирьох протестованих методів, продемонструвавши прийнятну недооцінку на $-0,40$ року [14].

Дослідження у Португалії (160 ортопантограм дітей віком 6–9 років), демонструє один із найвищих рівнів похибки для методу Demirjian в Європі. Переоцінка хронологічного віку склала $+1,47$ років для хлопчиків та $+1,45$ років для дівчаток. Всі розбіжності були високо статистично значущими ($p < 0,001$), причому найвищі відхилення реєструвалися у 8-річній віковій групі. Хоча метод Cameriere не оцінювався в цьому конкретному дослідженні (використовувався метод Willems, який також дав переоцінку) [23].

Дані щодо Фінляндії, отримані з порівняльного фінсько-турецького дослідження, у якому оцінювали 482 фінських дітей віком 5–15 років. Аналіз цих даних підтверджує загальну системну закономірність: метод Demirjian переоцінює хронологічний вік (за винятком 8-річних дівчаток), тоді як метод Cameriere недооцінював його (за винятком 6-річних дітей). У підсумку автори зазначили, що для дітей Північної Фінляндії метод Demirjian виявився стабільнішим при оцінюванні хлопчиків, тоді як європейська формула Cameriere забезпечувала вищу точність для дівчаток [9].

Азійський регіон: Китай, Індія

Азійський континент демонструє надзвичайну кількість розбіжностей, що унеможливорює використання єдиного стандарту та вимагає розробки вузькоспеціалізованих регіональних регресійних рівнянь.

У Китаї спостерігається виражена внутрішня регіональна варіабельність. Для дітей Східного Китаю віком від 5 до 16 років застосування модифікованого підходу виявило, що оригінальний метод Demirjian дає статистично значущу переоцінку на рівні $+0,73$ року для хлопчиків та $+0,79$ року для дівчаток [12].

У Південному Китаї дослідники сфокусувалися на валідації методу Cameriere. Європейська формула Cameriere значно недооцінювала хронологічний вік: середнє відхилення склало $-0,47$ року для хлопчиків та $-0,69$ року для дівчаток ($p < 0,05$). Розуміючи ці обмеження, китайські вчені розробили специфічну південно-китайську формулу, що дозволило кардинально знизити середню похибку до статистично незначущих $-0,02$ року для хлопчиків та $-0,14$ року для дівчаток. Більше того, інтеграція даних про розвиток третіх молярів із постійними зубами дозволила мінімізувати середньоквадратичну похибку [16].

Найбільша похибка методу Demirjian серед усіх досліджуваних глобальних регіонів зафіксована в Індії (регіон Делі, діти 5–13 років). Переоцінка віку за Demirjian склала $+1,767$ року. У цій самій вибірці метод Cameriere недооцінив вік на $-0,8667$ року. Попри те, що обидва методи виявили значні девіації, дослідники визнали метод Cameriere суттєво точнішим для індійської популяції, оскільки середньоквадратична похибка (RMSE) для нього становила $0,87$ року порівняно з $1,77$ року для Demirjian [13].

Результати досліджень у Північній Індії також свідчать про недооцінку віку за методом Cameriere та переоцінку за методом Demirjian. [18]

Така варіабельність результатів оцінювання в індійській популяції є чітким підтвердженням комплексної дії генетичних чинників, а також соціально-екологічних і кліматичних особливостей регіону, що сукупно зумовлюють прискорення темпів фізіологічного дозрівання організму дітей [8, 13].

Близькосхідний регіон: Туреччина, Саудівська Аравія, Іран

На Близькому Сході описані тенденції здебільшого зберігаються, проте масштаб відхилень суттєво варіюється в різних країнах.

У Туреччині, згідно з дослідженням на вибірці з 330 ортопантограм, метод Demirjian системно переоцінює вік. Ця тенденція фіксувалася у більшості вікових груп і становила в середньому $+0,64$ року для хлопчиків та $+0,55$ року для дівчаток. Відповідно, метод Cameriere демонструє помірну недооцінку хронологічного віку (в середньому $-0,24$ року для хлопчиків та $-0,23$ року для дівчаток). При прямому порівнянні фінської та турецької вибірок виявилось, що зубний вік турецьких дітей є статистично вищим порівняно з їхніми скандинавськими однолітками, що ще раз підкреслює вплив географічної широти та генетичних чинників на темпи формування тканин зуба [24].

Іранська популяція демонструє подібні результати. Аналіз бази з 208 ортопантограм дітей віком 7–15 років виявив стабільну переоцінку за методом Demirjian, яка становила $+0,36$ року для хлопчиків та $+0,57$ року для дівчаток. Переоцінка була статистично значущою для всієї популяції та для кожної вікової групи, за єдиним винятком – підлітків-хлопчиків 13–15 років, де розбіжність нівелювалася. Натомість метод Cameriere в цій вибірці показав виняткову точність: похибка серед хлопчиків становила $+0,04$ року, а серед дівчаток — $-0,06$ року [17].

Дослідження ефективності різних методів у Саудівській Аравії показало, що метод Demirjian

забезпечує в цьому регіоні високу точність із середньою переоцінкою лише на +0,15 року. У цьому комплексному дослідженні метод Demirjian виявився найточнішим серед шести протестованих методів, перевершивши системи Nolla, Chaillet, Moorrees та ін. Настільки низька похибка в саудівській популяції може свідчити про те, що темпи дозрівання зубів у цій етнічній групі з певних генетичних або соціально-біологічних причин еволюційно ближчі до історичних норм 1970-х років, ніж у дітей індо-азійського чи південно-європейського походження [15].

Південноамериканський регіон: Бразилія

Особливості одонтогенезу в Південноамериканському регіоні досліджувалися на прикладі популяції півдня Бразилії. Аналіз 229 панорамних рентгенограм показав високу кореляцію між хронологічним і зубним віком для обох методів ($r = 0,776$ для Demirjian, $r = 0,735$ для Cameriere). При середньому хронологічному віці вибірки 8,75 року середнє відхилення за методом Demirjian становило +0,80 року (зокрема +0,76 року для хлопчиків та +0,77 року для дівчаток). Метод Cameriere продемонстрував у цій вибірці високу точність із мінімальною недооцінкою лише на -0,08 року загалом (-0,14 року для хлопчиків та -0,02 року для дівчаток) [11].

Аналіз проаналізованих джерел дозволяє виявити чітку закономірність: метод Cameriere має суттєву перевагу в точності над методом Demirjian у більшості досліджених популяцій світу [3, 10, 11, 13–15, 17, 20–22].

Також останніми роками у світовій науковій практиці спостерігається стійкий тренд до автоматизації процесів оцінювання зубного віку за допомогою алгоритмів штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання. Як зазначають Khanagar та співавтори (2024), систематичний аналіз моделей ШІ демонструє їхню високу ефективність при аналізі щелепно-лицьових рентгенограм, що дозволяє мінімізувати час обробки даних та підвищити об'єктивність результатів. Це підтверджується й дослідженнями Salehizeinabadi та співавторів (2024), які довели, що застосування методів машинного навчання до панорамних рентгенограм забезпечує точність прогнозування віку, цілком порівнянну з результатами ручних розрахунків досвідчених експертів [25, 26].

Особливої уваги заслуговує інтеграція нейромереж із класичними морфометричними підходами. Зокрема, фундаментальна праця Shen та співавторів (2021) продемонструвала успішне застосування машинного навчання спеціально для

автоматизації методу Cameriere. Запропонований алгоритм здатний самостійно сегментувати зуби з відкритими верхівками коренів та обчислювати відповідні морфометричні індекси. Такий підхід повністю нівелює проблему суб'єктивного оцінювання рентгенологічної картини різними фахівцями [27].

Окрім суто клінічних переваг, впровадження ШІ має важливе значення для судово-медичної експертизи. За даними комплексного огляду Chopra та співавторів (2025), автоматизовані системи виключають фактор людської втоми, знижують ризик технічних помилок і забезпечують високу стандартизацію експертних висновків, що є критично важливим у правовому полі [28].

Узагальнені дані світової літератури переконливо свідчать про те, що розробка та впровадження національного програмного забезпечення на базі адаптованого методу Cameriere з інтеграцією технологій комп'ютерного зору є не лише актуальним науковим завданням, а й необхідним кроком для модернізації вітчизняної стоматологічної галузі та судово-медичної експертної практики.

Висновки

Аналіз опрацьованого матеріалу засвідчує тенденцію до зміни абсолютних морфометричних величин у людському організмі на сучасному етапі порівняно з показниками минулих періодів. Головною причиною таких варіацій, імовірно, є акселерація — біологічне явище прискорення фізичного розвитку, яке спостерігається у розвинених країнах протягом останніх 100 років. Полікращення якості харчування, масова вакцинація, а також зниження рівня інфекційних захворювань призвели до того, що сучасні діти досягають певних стадій зубного розвитку (зокрема закриття верхівок коренів) раніше, ніж їхні однолітки у 1970-х роках.

Коли сучасна дитина проходить рентгенологічне обстеження, її зуби вже перебувають на пізніших стадіях розвитку порівняно зі стандартами минулого століття. Метод Demirjian, маючи жорстку матрицю перетворення балів, інтерпретує цю фізіологічно прискорену мінералізацію як ознаку старшого віку, що призводить до систематичної математичної помилки. Крім того, метод Demirjian спирається виключно на чітко окреслені стадії (від A до H). Перехід між цими стадіями в системі оцінювання є стрибкоподібним, тоді як біологічний розвиток є абсолютно безперервним процесом. Коли дитина перебуває на граничному перехідному етапі між двома стадіями, суб'єктивне рішення експерта присвоїти вищу стадію штучно завищує оцінений вік.

Таблиці Demirjian, що були відкалібровані за умов повільнішого формування дитячого організму минулого століття, сприймають ранній розвиток сучасних дітей як ознаку старшого віку, що й призводить до систематичного завищення показників.

Метод Cameriere, на відміну від методу Demirjian, базується на морфометричних пропорціях. Співвідношення ширини відкритого верхівкового отвору (апекса) до довжини зуба є більш універсальною біологічною величиною, яка менше залежить від швидкості росту загалом. Це пояснює високу адаптивність методу в різних етнічних групах.

Отримані дані мають пряме значення для судово-медичної експертної практики. При проведенні експертиз щодо визначення віку невідомих осіб або підозрюваних експертам слід віддавати перевагу методу Cameriere. Використання методу Demirjian без додаткових коригувальних коефіцієнтів може призвести до юридичних помилок та порушення прав дитини.

Дитяча стоматологія та ортодонтія потребують оцінювання зубного віку як маркера біологічної зрілості організму дитини для визначення піку пубертатного стрибка росту (що є критично важливим для вибору оптимального терміну початку лікування). Метод Cameriere у цьому контексті також є більш інформативним, оскільки дозволяє точніше спрогнозувати залишковий потенціал росту щелепних кісток.

Впровадження методу Cameriere вимагає точних морфометричних вимірювань, що може бути загалом трудомістким процесом. Однак розвиток цифрової радіографії, конусно-променевої комп'ютерної томографії та спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє автоматизувати цей процес, скорочуючи час аналізу до кількох хвилин.

Варто відзначити тренд останніх років (2023–2025) — використання штучного інтелекту для

автоматичного розрахунку віку. Дослідження показують, що нейромережі, навчені на алгоритмі Cameriere, досягають точності, порівнянної з аналізом досвідченого експерта, але виключають фактор втоми та суб'єктивізму. Це відкриває перспективи створення вітчизняного автоматизованого програмного комплексу для експертного оцінювання.

У світовій науковій практиці відбувається остаточний перехід від якісних (описових) методів оцінювання віку до кількісних (морфометричних). Метод Cameriere визнано більш об'єктивним та відтворюваним у клінічних умовах.

Класичний метод Demirjian не відповідає параметрам розвитку сучасної популяції дітей в Україні. Його використання призводить до систематичного завищення віку. Застосування цього методу в судовій експертизі без попередньої регіональної адаптації є недоцільним.

У перспективі подальші дослідження мають бути спрямовані на валідацію методу Cameriere для інших вікових груп (зокрема 14–18 років із залученням показників розвитку третіх молярів) та інтеграцію алгоритмів визначення зубного віку у програмне забезпечення цифрових рентгенівських апаратів.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Criminal Code of Ukraine: Law of Ukraine of 05.04.2001, No. 2341-III. Revision of 17.07.2025. [Кримінальний кодекс України : Закон України від 05.04.2001 р. № 2341-III. Редакція від 17.07.2025 р.]. [in Ukrainian]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14#Text>
2. Makeyev, V. F., & Isakova, O. O. (2019). Determination of dental age in 6–9-year-old children in the Carpathian region of Ukraine using the Cameriere method. *Dental news*, (2), 76–80. [Макєєв В. Ф., Ісакова О. О. (2019). Визначення зубного віку 6–9-річних дітей Прикарпатського регіону України за методом Cameriere. *Новини стоматології*, (2), 76–80]. [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ns_2019_2_17.
3. Makeyev, V. F., Isakova, O. O., Shybinsky, V., Hadzik, J., & Krupnyk, A. (2020). Child's dental age as a biological marker of development. *J Stoma*, 73(5), 246–253. DOI: <https://doi.org/10.5114/jos.2020.100531>.

4. Makeyev, V. F., & Isakova, O. O. (2022). Analysis of methods for determining a child's dental age, their reliability and accessibility. *Actual dentistry*, (5), 92–98. [Макєєв В. Ф., Ісакова О. О. (2022). Аналіз методів визначення стоматологічного віку дитини, їх надійність та доступність. *Сучасна стоматологія*, (5), 92–98]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2021-5-92> [in Ukrainian].
5. Sitio, D. Y., Eka Solehuddin, G. M., & Panjaitan, G. S. (2024). Dental Age Estimation using the Cameriere Method in Different Countries: A Review. *Journal of Forensic Science and Research*, 8(1), 035–039. DOI: <https://doi.org/10.29328/journal.jfsr.1001062>.
6. Demirjian, A., & Goldstein, H. (1976). New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*, 3(5), 411–421. DOI: <https://doi.org/10.1080/03014467600001671>.
7. Cameriere, R., De Angelis, D., Ferrante, L., Scarpino, F., & Cingolani, M. (2007). Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: A European formula. *Int. J. Leg. Med.*, 121, 449–453. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-007-0179-1>.
8. Gupta, S., Verma, A. K., Patil, R., Singh, U. S., Kumar, N., & Bhattacharya, S. (2023). Comparison of Demirjian and Cameriere methods and development of modified Cameriere and Demirjian formula more efficient for North Indian population. *J Oral Maxillofac Pathol*, 27(1), 138–147. DOI: https://doi.org/10.4103/jomfp.jomfp_228_22.
9. Darıcı, A., Ölmez, M. S., Güngör, H. C., Rajavaara, P., Sipola, A., Anttonen, V., & Pääkkilä, J. (2024). Comparison of accuracy of different dental age estimation methods in Finnish and Turkish populations. *Acta Odontol Scand*, 83, 643–652. DOI: <https://doi.org/10.2340/aos.v83.42434>.
10. Wolf, T. G., Briseño-Marroquín, B., Callaway, A., Patyna, M., Müller, V. T., Willershausen, I., Ehlers, V., & Willershausen, B. (2016). Dental age assessment in 6- to 14-year old German children: comparison of Cameriere and Demirjian methods. *BMC Oral Health*, 16(1), 120. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-016-0315-8>.
11. Carelli, J., da Silva, G. S., Gomes, M. V., Vilalba, T., Baratto-Filho, F., Armando Brancher, J., Beisel-Memmert, S., Kirschneck, C., Lopes, C. M. C. F., Moro, A., & Küchler, E. C. (2024). Demirjian's and Cameriere's Methods for the Assessment of Dental Age Estimation in Children from a Southern Brazilian City. *Diagnostics (Basel)*, 14(14), 1513. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14141513>.
12. Pan, J., Shen, C., Yang, Z., Fan, L., Wang, M., Shen, S., Tao, J., & Ji, F. (2021). A modified dental age assessment method for 5- to 16-year-old eastern Chinese children. *Clin Oral Investig*, 25(6), 3463–3474. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03668-9>.
13. Ranjan, V., Priya, P., Shankar, V. N., & Maiti, S. B. (2020). Comparative study of Demirjian and Cameriere methods for dental age estimation of children aged 5-13 year in Delhi-NCR region. *Int. J. of Adv. Res.*, 8. DOI: <https://doi.org/10.21474/IJAR01/10354>.
14. Brkić, H., Galić, I., Vodačić, M., Dumančić, J., Mehdi, F., & Anić Milošević, S. (2022). The Cameriere, Haavikko, Demirjian, and Willems methods for the assessment of dental age in Croatian children. *Int J Legal Med*, 136(6), 1685–1696. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02891-1>.
15. AlOtaibi, N. N., & AlQahtani, S. J. (2023). Performance of different dental age estimation methods on Saudi children. *J Forensic Odontostomatol*, 41(1), 27–46. URL: <https://ojs.iofos.eu/index.php/Journal/article/view/1545>.
16. Yang, Z., Wen, D., Xiao, J., Liu, Q., Sun, S., Kureshi, A., Chang, Y., & Zha, L. (2021). Application of Cameriere's method for dental age estimation in children in South China. *Forensic Sci Res*, 7(2), 106–114. DOI: <https://doi.org/10.1080/20961790.2020.1830515>.
17. Milani, S., Shahrabi, M., Fakhar, H. B., Parvar, S., & Abdolazadeh, M. (2022). Accuracy of Demirjian's and Cameriere's Methods for Age Estimation in 6- to 10-Year-Old Iranian Children Using Panoramic Radiographs. *Int J Dent*, 2022, 4948210. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/4948210>.
18. Vadla, P., Surekha, R., Rao, G. V., Deepthi, G., Naveen, S., & Kumar, C. A. (2020). Assessing the accuracy of Cameriere's Indian-specific formula for age estimation on right and left sides of orthopantomogram. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*, 10, 9. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41935-020-00183-6>.
19. Makeyev, V. F., & Isakova, O. O. (2019). Comparative evaluation of dental age determined by the Cameriere method and chronological age of 6-7-year-old children in the Carpathian region of Ukraine. *Actual dentistry*, 1(95), 50–54. [Макєєв В. Ф., Ісакова О. О. (2019). Порівняльна оцінка зубного віку, визначеного за методом Cameriere, і календарного віку 6-7 річних дітей Прикарпатського регіону України. *Сучасна стоматологія*, 1(95), 50–54]. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2019-1-50-54>.
20. Kolesnichenko, O., Isakova, O., Bodnaruk, N. I., Hirschak, H., & Maksym, O. (2024). Determination of the dental age of Ukrainian children by the Demirjian method. *Bulletin of Dentistry*, 129(4), 140–147. [Колесніченко, О., Ісакова, О., Боднарук, Н. І.,

Гірчак, Г., & Максим, О. (2024). Визначення зубного віку українських дітей за методом Demirjian. *Вісник стоматології*, 129(4), 140–147. [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-54-4.26>.

21. Goncharuk-Khomyn, M., Hirschowitz, W., Kvaal, S., Cavalcanti, F., & Yavuz, Y. (2022). Demirjian's dental age estimation accuracy among Ukrainian. Transcarpathian children sample: pilot study. *UDJ*, 1(1), 20–26. DOI: <https://doi.org/10.56569/UDJ.1.1.2022.20-26>.
22. Jayaraman, J., & Roberts, G. (2016). Demirjian's method is unsuitable for dental age estimation. *Forensic Sci Med Pathol*, 12(4), 532–533. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12024-016-9811-z>.
23. Vieira, I., Pereira, M. L., & Caldas, I. M. (2025). The Applicability of the Demirjian and Willems Standards to Age Estimation of 6–9-Year-Old Portuguese Children. *Humans*, 5(1), 6. DOI: <https://doi.org/10.3390/humans5010006>.
24. Apaydin, B. K., & Yasar, F. (2018). Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Niger J Clin Pract*, 21(3), 257–263. DOI: <https://doi.org/10.4103/1119-3077.226966>.
25. Khanagar, S. B., Albalawi, F., Alshehri, A., Awawdeh, M., Iyer, K., Alsomaie, B., Aldhebaib, A., Singh, O. G., & Alfadley, A. (2024). Performance of Artificial Intelligence Models Designed for Automated Estimation of Age Using Dento-Maxillofacial Radiographs—A Systematic Review. *Diagnostics*, 14(11), 1079. DOI: <https://doi.org/10.3390/diagnostics14111079>.
26. Salehizeinabadi, M., Ameli, N., Pacheco-Pereira, C., et al. (2024). Dental age prediction from panoramic radiographs using machine learning techniques. *PLOS Digital Health*, DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0001077>.
27. Shen, S., Liu, Z., Wang, J., Fan, L., Ji, F., & Tao, J. (2021). Machine learning assisted Cameriere method for dental age estimation. *BMC Oral Health*, 21, 641. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01994-x>.
28. Chopra, A., Gupta, A., Aggarwal, N. (2025). Artificial intelligence in dental age estimation- applications, technological advances and legal aspects: A narrative review. *J Oral Biol Craniofac Res*, 15(6), 1534–1538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2025.09.010>.

Comparative Effectiveness, Validity and Forensic Significance of the Demirjian and Cameriere Methods for Dental Age Estimation in Children in Ukraine and Worldwide

Isakova O., Bodnaruk N., Girchak G., Kolesnichenko O., Kolesnichenko V.

Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Background. Accurate chronological age estimation is one of the most challenging and crucial tasks in modern forensic medicine, clinical pediatrics, and pediatric dentistry. In the context of globalization, active migration processes, and the investigation of criminal offenses involving undocumented individuals, dental age estimation acquires critical legal significance.

The aim of this work is to conduct a comparative analysis of the effectiveness of the Demirjian and Cameriere methods for dental age determination based on the results of our own research and current literature data, as well as to justify the choice of the optimal methodology for use in Ukraine.

Materials and methods. This work presents a comprehensive analysis of the problem of determining a child's biological age based on dental status. Based on a systematic review of scientific sources published over the last decade in leading professional journals worldwide and in Ukraine, as well as relying on our own research, a comparative characteristic of the two most common methodological approaches was formed: the method for assessing the stages of mineralization of permanent teeth by Demirjian and the morphometric method for measuring the open apices of permanent teeth roots by Cameriere.

Particular attention in the work is paid to the validation of these methods in the Ukrainian population of children, based on the fundamental research of V. F. Makeiev and O. O. Isakova among the population of children in the Prykarpattia region of Ukraine and the published results of studies conducted by an international group of scientists, with the participation of M. Honcharuk-Chomyk et al. among a sample of children living in the territory of Transcarpathia.

Conclusions. It was established that the classical Demirjian method has a pronounced tendency toward systematic overestimation of the chronological age of Ukrainian children (the age overestimation ranges from +0.43 to +0.58 years among children of the Transcarpathian region of Ukraine). The Cameriere method was found to be more objective and reproducible; it demonstrated high accuracy and reliability with minimal mean deviation, making it a priority tool for use in domestic forensic medicine and clinical dentistry. Similar results were observed in the vast majority of studied populations in other regions of the world and countries.

In global scientific practice, there is a definitive transition from qualitative (descriptive) age estimation methods to quantitative (morphometric) ones.

Studies show that neural networks trained on the Cameriere algorithm achieve accuracy comparable to the work of an experienced expert, but eliminate the factors of fatigue and subjectivity. This opens up prospects for creating a national Ukrainian software product for automated age estimation.

Keywords: children; dental age; Demirjian method; Cameriere method; orthopantomography;

Стаття: надійшла до редакції 20.02.2026 р.;
прийнята до друку 13.04.2026 р.,
опублікована 25.05.2026 р.

Ісакова Ольга

доктор філософії, доцент кафедри
стоматології дитячого віку
ДНП «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-3364-3945>

Боднарук Наталія

доктор філософії, доцент кафедри
стоматології дитячого віку
ДНП «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-5222-7915>

Гірчак Галина

кандидат медичних наук,
доцент кафедри стоматології дитячого віку
ДНП «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-7221-1390>

Колесніченко Олександр

кандидат медичних наук,
доцент кафедри стоматології дитячого віку
ДНП «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-6210-8397>

Колесніченко Володимир

студент 4 курсу стоматологічного
факультету,
ДНП «Львівський національний медичний
університет імені Данила Галицького»,
м. Львів, Україна

 <https://orcid.org/0009-0000-5912-1198>

Юрій Кірієнко, Валерій Філоненко

Навчально-науковий інститут стоматології,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, м. Київ, Україна

Ускладнення під час ортодонтичного лікування дітей із зубощелепними деформаціями та у віддаленій перспективі

► **Актуальність.** Питання ускладнень у лікуванні зубощелепних деформацій (ЗЩД) є надзвичайно важливим. Їх висвітлення та врахування дає можливість лікарям-ортодонтам підвищити ефективність спеціалізованої допомоги під час комплексної реабілітації.

Мета. Провести у науковій літературі моніторинг даних щодо причин виникнення і способів запобігання ускладненням під час ортодонтичного лікування дітей із ЗЩД та у віддаленій перспективі.

Матеріали і методи. Провели моніторинг сучасної спеціалізованої наукової вітчизняної та зарубіжної літератури (PubMed, Google Scholar, репозитарій Національного медичного університету імені О. О. Богомольця тощо) за останні роки, що висвітлює питання виникнення і запобігання ускладненням під час ортодонтичного лікування дітей із ЗЩД та у віддаленій перспективі.

Результати. Головною метою ортодонтичних втручань є корекція ЗЩД, однак стабільність лікування демонструє значну мінливість. Невиконання пацієнтами рекомендацій лікаря щодо санітарно-гігієнічного догляду за порожниною рота під час ортодонтичного лікування (особливо незнімною технікою) призводить до низки ускладнень із боку стану твердих тканин зубів, пародонта і слизової оболонки порожнини рота. Під час планування ортодонтичного лікування для оцінки ризиків виникнення пародонтальних ускладнень слід враховувати клінічні та рентгеноантропометричні предиктори. Рух зубів супроводжується ремоделюванням тканин, яке змінює морфологію тканин пародонту та їхні якісні характеристики. З метою підвищення задоволеності пацієнтів ортодонтичним лікуванням слід акцентувати увагу на досягненні естетичного оптимуму, а також працювати над мінімізацією ускладнень у процесі лікування та у віддаленій перспективі. Ортодонтичне лікування має бути корисним для пацієнта, а його переваги повинні перевищувати будь-яку можливу шкоду, яку воно може завдати.

Висновки. Нестабільність досягнутого результату та ускладнення з боку пародонта, зубів, кісткової тканини тощо є найпоширенішими під час ортодонтичного лікування дітей із зубощелепними деформаціями та у віддаленій перспективі. Для запобігання та мінімізації ускладнень використовують комплексну стратегію, в основі якої лежить ретельне діагностичне обстеження, мотивація, гігієнічний догляд за порожниною рота, усунення причин деформацій, контроль переміщення зубів із використанням невеликих сил, врахування індивідуальних особливостей пацієнта тощо.

Ключові слова: зубощелепний апарат, санітарно-гігієнічний догляд, пародонт, ортодонтичні сили, демінералізація емалі, кісткова тканина.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Зубощелепні деформації (ЗЩД) мають високий рівень поширеності серед населення, що сягає майже 80 % [1–3]. Під час ортодонтичного лікування використовують знімну та незнімну

ортодонтичну апаратуру. Ортодонтичне лікування є багатоетапним, комплексним, тривалим процесом досягнення морфофункціонального й естетичного оптимуму зубощелепного апарату (ЗЩА) [3]. Варіабельність ЗЩД, несвоєчасність

звернень за ортодонтичною допомогою, значні терміни лікування, часта наявність супутньої патології, індивідуальність кожного клінічного випадку та анатомо-функціональних особливостей ЗЩА, відсутність стандартизованого підходу до лікування можуть спричиняти різноманітні ускладнення з боку пародонта, зубів, кісткової тканини, скронево-нижньощелепного суглоба тощо [5, 6]. Крім того, саме ці фактори нерідко призводять до рецидиву або нестабільності досягнутого результату, що також слід розглядати як серйозне ускладнення.

Більшість наукових публікацій не враховує багатофакторність ускладнень під час ортодонтичного лікування та у віддаленій перспективі в контексті причин їх виникнення, а висвітлює лише одну з проблем без застосування мультидисциплінарного підходу до її вирішення. При цьому єдина універсальна класифікація таких ускладнень відсутня.

Отже, висвітлення та врахування ускладнень під час лікування ЗЩД дає можливість лікарям-ортодонтам підвищити ефективність спеціалізованої допомоги під час комплексної реабілітації.

Мета: провести у науковій літературі моніторинг даних щодо причин виникнення і способів запобігання ускладненням під час ортодонтичного лікування дітей із ЗЩД та у віддаленій перспективі.

Матеріали і методи

Провели моніторинг сучасної спеціалізованої наукової вітчизняної та зарубіжної літератури (PubMed, Google Scholar, репозитарій Національного медичного університету імені О. О. Богомольця тощо) за останні роки, що висвітлює питання виникнення і запобігання ускладненням під час ортодонтичного лікування дітей із ЗЩД та у віддаленій перспективі. Критеріями включення джерел до бази дослідження були: відповідність назви й анотації проблематиці статті, а також відповідність повного тексту критеріям пошуку, якщо назва й анотація не давали можливості визначити цю відповідність. Вибір провели на підставі загальних і конкретних термінів. Загальні терміни видавали велику кількість публікацій. Цілеспрямований пошук включав дослідження щодо визначення ускладнень у процесі ортодонтичного лікування з боку пародонта, зубів, кісткової тканини тощо, а також рецидивів після лікування у віддаленій перспективі.

Результати та обговорення

Існує три основні причини для проведення ортодонтичного лікування: покращення естетики, корекція функції та оклюзії, яка може зашкодити

здоров'ю зубів та пародонта в довгостроковій перспективі [7]. Естетика визначається як основний мотиваційний фактор в ортодонтичному лікуванні. Незадоволення власною зовнішністю, рекомендації стоматолога, зацікавленість та занепокоєння батьків, а також вплив однолітків, які використовують брекет-системи, є одними з основних мотиваційних факторів звернення до ортодонта [8].

Оцінка поглядів пацієнтів, які звертаються за ортодонтичною допомогою, та їхніх очікувань від результату є одними з факторів, які слід враховувати під час ортодонтичного лікування [9]. Головними факторами, що призводять до задоволеності результатами втручання, є покращення естетика [10, 11], ефективна комунікація між лікарем і пацієнтом [11, 12] та якість медичної допомоги [12]. Вік і стать суттєво не впливають на рівень задоволеності. Він, особливо при використанні незнімної ортодонтичної апаратури, є досить високим (понад 91%). Невдоволення, як правило, пов'язане з невідповідністю між очікуваним та реальним результатом, тривалими термінами лікування та небажанням видаляти зуби в процесі лікування [9–12].

Головною метою ортодонтичних втручання є корекція ЗЩД, однак стабільність лікування демонструє значну мінливість. Зміни оклюзії неминуче відбудуться після лікування [13]. Потреба в ретенції зростає зі ступенем корекції [14]. Також існує зв'язок між її тривалістю ретенційного періоду та кращою стабільністю результату [15]. Нестабільність досягнутого результату викликає невдоволення у віддаленій перспективі, що слід розглядати як серйозне ускладнення. Досягнувши морфофункціонального й естетичного оптимуму ЗЩА, варто донести до пацієнта важливість його утримання протягом достатнього часу [4, 15]. Зуби мають тенденцію повертатися до початкового положення внаслідок дії пародонтальних, ясенних, оклюзійних факторів та чинників, пов'язаних із ростом, а також через постійний тиск м'якотканинних структур [16–20]. Важливість підтримки міодинамічної рівноваги особливо підкреслюється під час лікування ЗЩД [4].

Невиконання пацієнтами рекомендацій лікаря щодо санітарно-гігієнічного догляду за порожниною рота під час ортодонтичного лікування (особливо незнімною технікою), призводить до низки ускладнень із боку твердих тканин зубів, пародонта і слизової оболонки порожнини рота [4, 21]. Переважно вони спричинені зубним нальотом, який може накопичуватися значною мірою через наявність ретенційних пунктів ортодонтичних апаратів [22–25]. Доведено взаємозв'язок між

станом пародонта і рівнем індивідуальної гігієни порожнини рота. Накопичення зубного нальоту сприяє запуску механізму деструкції всього пародонтального комплексу, починаючи із запалення ясен і руйнування зубоясенного прикріплення і завершуючи тяжким деструктивним процесом у кістковій тканині альвеолярних відростків щелеп [22, 26, 27]. У ортодонтичних пацієнтів індекс зубного нальоту вищий порівняно з пацієнтами без ортодонтичного лікування [28]. Систематичний контроль за гігієнічним станом порожнини рота та професійна гігієна з використанням сучасних, індивідуально підібраних основних та додаткових засобів і предметів гігієни під час ортодонтичного лікування є обов'язковою складовою комплексної реабілітації. Проаналізувати справжню картину гігієнічного стану можна за допомогою гігієнічних індексів, які дозволяють перевести якісну характеристику в бали (відсотки), а також демонструють успіхи та помилки у використанні засобів і предметів гігієни [29–32]. У дітей із ЗЩД, які перебувають на етапах ортодонтичного лікування, особливо незнімною апаратурою, доцільне використання індексів гігієни, зокрема таких, які відображають різницю між рівнем гігієни на щелепі, де розміщується ортодонтична конструкція, і на тій, де вона відсутня [32, 33].

При цьому слід розуміти поняття клінічно здорового пародонта, що об'єднує комплекс анатомічних утворень, які тісно пов'язані між собою генетично, морфологічно та функціонально, мають спільну іннервацію та кровопостачання і становлять єдине ціле [34–37]. Детермінанти клінічного пародонтального здоров'я поділені на мікробіологічні (склад під'ясенної (зубної) бляшки та біоплівки), фактори з боку організму пацієнта (функціонування імунної системи, загальний стан здоров'я, генетика, а також пародонтальні кишені, зубні реставрації, анатомія кореня, положення і скупченість зубів) та чинники зовнішнього середовища (екологія, шкідливі звички, харчування). Окрім того, існують пародонтальні прояви загальних захворювань, вад розвитку та набутих патологічних станів, що мають прямий вплив на пародонтальне здоров'я. Класифікація захворювань і станів пародонта включає системні захворювання і стани, що впливають на тканини пародонта, а саме: загальні захворювання чи патологічні стани, які уражають тканини, інші патологічні пародонтальні стани (пародонтальні абсцеси, ендодонтично-пародонтальні ураження), слизовоясенні деформації та патологічні стани навколо зубів (ясенний фенотип, рецесія ясен/м'яких тканин, зменшена глибина присінка, ано-

мальне прикріплення вуздечки/м'язів, надлишок ясен, аномальний колір, стан оголеної поверхні кореня), травматичні оклюзійні сили (первинна і вторинна травматичні оклюзійні травми, ортодонтичні сили) та чинники, пов'язані із протезуванням і зубами, які модифікують чи індукують спричинені біоплівкою захворювання ясен чи пародонтит (локальні чинники, пов'язані із зубами і зубними протезами) [35–37].

Однією з проблем у пацієнтів із пародонтитом є рецесія ясен, що характеризується апікальним зміщенням їх маргінального краю відносно емалево-цементної межі з оголенням поверхні кореня. До етіологічних факторів рецесії належать: анатомо-фізіологічні особливості (тонкий біотип ясен, мілкий присінок порожнини рота, аномалії прикріплення вуздечок губ чи язика), оклюзійні травми (аномалії зубів, зубних рядів і ЗЩД), ортодонтичне лікування (особливо тривале застосування брекет-системи), неправильну техніку чищення зубів, незадовільну гігієну ротової порожнини (особливо наявність зубного каменя) тощо. Визначення рецесії проводять пародонтологічним зондом із вестибулярної та оральної поверхонь кожного зуба як відстань між клінічним рівнем втрати прикріплення і глибиною зондування борозни (кишені). Клінічна втрата прикріплення — це відстань між емалево-цементною межею і дном кишені, що є сумою показників глибини пародонтальної кишені та величини рецесії. Втрата клінічного прикріплення призводить до руйнування опорного апарату зуба, що, у свою чергу, веде до його розхитування і втрати [38–42].

Визначено рентгенологічні особливості клінічного здоров'я пародонта. Рентгенографічна картина нормального, анатомічно інтактного пародонта повинна включати інтактну компактну пластинку на поверхні міжальвеолярних перегородок, відсутність ознак руйнування кісткової тканини в зонах фуркації та відстань у середньому 1–3 мм від найбільш коронарної частини гребеня альвеолярної кістки до цементно-емалевого з'єднання. Початкові зміни в пародонті проявляються розволокненням кортикальних пластинок міжзубних перегородок та появою вогнищ плямистого остеопорозу. Розвинена стадія процесу характеризується різним ступенем зниження висоти міжзубних альвеолярних перегородок, наявністю вогнищ остеолізу і вираженим остеопорозом альвеолярної кістки. Під час активного перебігу виявляються вогнища плямистого остеопорозу, зникає кортикальна пластинка вздовж лунок зубів, а також знижується висота міжзубних альвеолярних гребенів [37].

Під час планування ортодонтичного лікування для оцінки ризиків виникнення пародонтальних ускладнень слід враховувати клінічні та рентгеноантропометричні предиктори. Під час аналізу якісних клінічних ознак тонкого біотипу тканини пародонта слід виявляти біду слизову оболонку альвеолярного відростка з зонами ішемії; мілкий присінок порожнини рота; проміненцію коренів, зокрема нижніх фронтальних зубів; короткі вуздечки губ і язика; виражені додаткові бічні тяжі; ін'єкцію кровоносних судин на альвеолярному відростку та на внутрішній поверхні губ і щік; різко виражений альвеолярний валик; зменшення висоти міжзубних сосочків та зміну форми їх верхівок; наявність широких та вузьких рецесій ясен [43].

Складною клінічною проблемою і одночасно поширеним ускладненням ортодонтичного лікування брекет-системами є вогнищева демінералізація емалі [21, 25, 28, 44–46], що асоціюється із погіршенням гігієни порожнини рота (зниження індексу Oral Hygiene Index — Simplified на 19,2 %) та виявляється у майже 98 % пацієнтів. Типовим СЕМ-патерном є ерозуювання емалі за типом «гусачої лапки», зумовлене руйнуванням кристалічного шару емалі, що морфологічно відповідає карієсу в стадії крейдяної плями та потребує проведення інтенсивної ремінералізаційної терапії [44]. Незнімна ортодонтична апаратура, постійно перебуваючи в порожнині рота, змінює співвідношення компонентів мікрофлори, а тривала дія зубного нальоту спричиняє зміщення рН у кислий бік. Це призводить до порушення обмінних процесів на поверхні емалі зі зміщенням у бік демінералізації з подальшим утворенням дефектів [25, 28, 47].

Одним із найпоширеніших ускладнень ортодонтичного лікування вважають резорбцію верхівок коренів зубів [4, 21, 25, 42, 48, 49]. Механізм резорбції зуба залишається остаточно не з'ясованим; сучасні теорії включають надмірну силу та гіалінізацію пародонтальної зв'язки, що призводить до надмірної активності цементокластів та остеокластів. Резорбція кореня є неминучою під час лікування незнімними апаратами: у середньому 1–2 мм апікальної частини кореня втрачається під час курсу ортодонтичного лікування [46, 50]. Частота та тяжкість резорбції зростають у разі використання незнімних апаратів, особливо за умови застосування великих зусиль, інтрузії, зміни торку зубів із апікальним зміщенням, а також за значної тривалості лікування [48]. Проте причинно-наслідковий зв'язок із ортодонтичною біомеханікою достовірно не підтверджено [49]. Рекомендується уникати великих безперервних ортодонтичних сил та значного апікального переміщення зубів [49].

Рух зубів супроводжується ремоделюванням тканин, яке змінює морфологію тканин пародонта та його якісні характеристики [42, 51, 52]. Слід зазначити, що існує два види щільності кісткової тканини: мінеральна, що визначається за допомогою ультразвукової або двофазної рентгенівської денситометрії і відображає кількість мінералів (кальцію та фосфору) в одиниці об'єму (г/см³), та рентгенологічна (оптична), що визначається під час аналізу даних конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) і характеризує ступінь поглинання кісткою рентгенівського випромінювання в одиницях Гаунсфілда (НУ). Для кількісної оцінки рентгенологічної щільності структур, які візуалізуються із застосуванням методу КПКТ черепа, використовують шкалу послаблення рентгенівського випромінювання (шкалу Гаунсфілда). Діапазон шкали становить від до 3071 умовних одиниць Гаунсфілда (НУ). Точкою відліку (0 НУ) прийнято щільність води. Негативні величини шкали відповідають повітрю та жировій тканині, позитивні — м'яким тканинам, кістковій тканині та більш щільним речовинам (емаль зуба, ортопедичні конструкції, імплантати). Різні типи нормальної кісткової тканини мають щільність від 226 до 3071 НУ (від 700 НУ — губчаста речовина, до 3000 НУ — компактна) [51, 52].

У процесі ортодонтичного лікування можливе тимчасове зниження мінеральної щільності альвеолярної кістки, що є частиною природного механізму переміщення зубів; при цьому максимальне зниження цього показника на ділянках у напрямку руху зубів у середньому становить $25 \pm 9,5$ % [53].

Після ортодонтичного лікування знижена щільність кістки мала б повернутися до початкового стану. Однак дослідження, виконані до і після проведеного лікування та через 1 рік після його завершення, показали зменшення щільності в процесі активної терапії в середньому на $23,3 \pm 10,3$ %, а в ретенційному періоді — близько 10 % зубів мали дефіцит щільності понад 20 %, при практично повному її відновленні в інших ділянках. Це вказує на нерівномірність регенерації кісткової тканини [54]. Отже, щільність кісткової тканини відіграє важливу роль у забезпеченні руху зубів, а її контрольоване зниження під час ортодонтичного втручання може сприяти його прискоренню [55].

На підставі визначення рентгенологічної щільності, мінеральної насиченості кортикального і губчастого шару та їх топографічних співвідношень С.Е. Misch (1999) виділив 4 типи кісткової тканини:

D1 — товста щільна компактна кістка (рентгенологічна щільність більше ніж 1250 HU);

D2 — кістка з товстим кортикальним шаром різної щільності та та вираженою дрібнокомірковою губчастою речовиною (рентгенологічна щільність 850–1250 HU);

D3 — кістка з тонким пухким кортикальним шаром та пухкою середньокмірковою губчастою речовиною (рентгенологічна щільність 350–850 HU);

D4 — кістка з дуже тонким або невираженим кортикальним шаром та перевагою великокоміркової губчастої речовини (рентгенологічна щільність 150–350 HU) [51, 52].

Результати дослідження свідчать про можливість існування зворотної залежності між товщиною кортикальної кістки та швидкістю руху зубів як на верхній, так і на нижній щелепі [56]. Доволі часто виявляють пацієнтів із недостатнім об'ємом альвеолярної кістки, які потребують ортодонтичного лікування. Однак для безпечного та ефективного переміщення зубів необхідна достатня ширина й висота альвеолярного відростка [57].

Пацієнти, у яких до лікування спостерігається тонка кортикальна кістка на рівні верхівки кореня, мають підвищений ризик розвитку дегісценції. Розвиток такої вертикальної втрати кісткової тканини може призвести до витончення букальної кортикальної пластинки [58].

Дегісценція та фенестрація альвеолярної кістки зазвичай присутні у ділянках неправильно розташованих зубів, що ускладнює ортодонтичне лікування. Ці дефекти поширені за гіпердивергентного та нормодивергентного типів росту щелеп і менш характерні для пацієнтів із порівняно товстою альвеолярною кісткою [59].

Отже, задоволеність пацієнтів ортодонтичним лікуванням має вирішальне значення для покращення медичного обслуговування та орієнтованої на пацієнта допомоги [12]. У цьому контексті слід не тільки працювати над досягненням естетичного оптимуму, але й над мінімізацією ускладнень у процесі лікування та у віддаленій перспективі. Ортодонтичне лікування має бути корисним для пацієнта, а його переваги повинні перевищувати будь-яку можливу шкоду, яку воно може завдати [25, 46]. Ризики, з якими можна постати в ортодонтичній практиці, залежать від лікаря-ортодонта, використовуваної методики, апарату та пацієнта, і ці ризики мають багатofакторне походження. Щоб зменшити частоту та тяжкість ускладнень, слід розробляти індивідуальний план лікування для кожного випадку, а також враховувати особливості організму пацієнта [25, 28].

Якщо пацієнти не можуть або не бажають дотримуватися призначень у довготривалому ретенційному періоді, вони повинні бути готові до можливих змін положення зубів після завершення активної терапії [16, 17].

Важливим аспектом у процесі лікування є дотримання високого рівня гігієни порожнини рота. Також необхідно усунути всі каріозні ураження до початку апаратного втручання [46]. Пародонтальні ускладнення різних форм можуть виникати як під час, так і після ортодонтичного лікування [28]. Аналіз класифікації захворювань і станів пародонту [35–37] свідчить про те, що зубощелепні деформації (ЗЩД) мають суттєвий вплив на стан тканин пародонта. Ортодонтичні конструкції часто слугують ретенційними пунктами для накопичення зубного нальоту, а їх виготовлення з різних конструкційних матеріалів нерідко спричиняє алергічні реакції. Оклюзійна травма також чинить несприятливий вплив на зубощелепний апарат (ЗЩА). Окремо варто розглянути вплив ортодонтичних конструкцій, дія яких полягає в безперервному, переривчастому або змінному тиску на зуби, альвеолярні відростки та щелепи за допомогою спеціальних пристроїв та викликає різні за напрямом та величиною ортодонтичні сили [42, 60], які призводять до перебудови тканин пародонта. Цей процес не можна повністю порівнювати з дією ортопедичних протезів, які здатні лише передавати жувальне навантаження, але не генерувати його. Крім того, украй важливо діагностувати патологію пародонта до початку ортодонтичних втручань, адже у разі її виявлення на пізніших етапах буде неможливо диференціювати, що саме стало причиною ураження — ортодонтичні сили чи безпосередньо конструктивні елементи апаратів.

Спосіб життя, генетичний фон, фактори навколишнього середовища та статус захворювання можуть впливати на загальний стан здоров'я пацієнтів та щільність кісткової тканини. У деяких людей ці фактори створюють специфічні умови, що змінюють системний метаболізм кістки. Застосування надмірних ортодонтичних сил та їх неконтрольоване спрямування [4] є неприпустимими у процесі лікування, оскільки можуть призвести до гіалінізації періодонтальної зв'язки й зупинки переміщення зубів, патологічної резорбції коренів, дегісценції та фенестрації тощо.

Відсутність єдиної універсальної класифікації ускладнень ортодонтичного лікування зумовлена багатofакторністю самого процесу терапії, етіологічною неоднорідністю, індивідуальними особливостями пацієнтів (схильність до резорбції коренів, низька щільність кісткової тканини

тощо), використанням різноманітної ортодонтичної апаратури, віковими чинниками, а також відмінностями в рівні гігієнічного догляду. Понад те, якщо рецидив виник через тривалий час після завершення лікування, залишається дискусійним питання про те, чи розцінювати це як ускладнення проведеної терапії, чи як вікові зміни організму.

У разі виникнення будь-яких небажаних побічних ефектів ігнорування або нездатність лікаря виявити та усунути їх, а також приховування цієї інформації від пацієнта може розцінюватися як непрофесійна поведінка [21].

Висновок

Нестабільність досягнутого результату (рецидив) та ускладнення з боку тканин пародонта, твердих тканин зубів і кісткових структур є ключовими клінічними проблемами як на етапах активного ортодонтичного лікування дітей із зубощелепними деформаціями, так і у віддаленому періоді. Для запобігання цим явищам

та мінімізації їхніх наслідків слід застосовувати комплексну стратегію, в основі якої лежать ретельне діагностичне обстеження, підвищення мотивації пацієнта, ретельний гігієнічний догляд за порожниною рота, своєчасне усунення етіологічних чинників деформацій, контроль переміщення зубів із застосуванням біометрично обґрунтованих малих сил, а також урахування індивідуальних анатомо-функціональних особливостей організму.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори надали згоду на публікацію тексту рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Flis, P. S., Raschenko, N. V., Filonenko, V. V., & Melnyk, A. O. (2018). The prevalence of dentofacial anomalies and speech disorders among children 6–12 years old. *Actual Dentistry*, (4), 54–57. [Фліс П. С., Ращенко Н. В., Філоненко В. В., Мельник А. О. (2018). Поширеність зубощелепних аномалій та мовленнєвих порушень серед дітей віком 6–12 років. *Сучасна стоматологія*, 4, 54–57.] [in Ukrainian].
2. Flis, P. S., Filonenko, V. V., & Doroshenko, N. M. (2016). Frequency and prevalence of anomalies and deformations of the dentofacial apparatus during the period of alternating occlusion. *Ukrainian Dental Almanac*, 1(1), 75–78. [Фліс П. С., Філоненко В. В., Дорошенко Н. М. (2016). Частота і розповсюдженість аномалій та деформацій зубощелепного апарату в період змінного прикусу. *Український стоматологічний альманах*, 1(1), 75–78] [in Ukrainian].
3. Doroshenko, S., & Savonik, S. (2020). The prevalence of dento-maxillaire anomalies in children aged 4–17 years. *Actual Dentistry*, 5, 70–73. [Дорошенко С. І., Савонік С. М. (2020). Поширеність зубощелепних аномалій у дітей віком 4–17-ти років. *Сучасна стоматологія*, 5, 70–73]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2020-5-70> [in Ukrainian].
4. Smahliuk, L. V., Dmytrenko, M. I., & Nesterenko, O. M. (2021). Errors and complications in the treatment of orthodontic patients. *Ukrainian Dental Almanac*, 3, 77–78. [Смаглюк Л. В., Дмитренко М. І., Нестеренко О. М. (2021). Помилки й ускладнення в лікуванні ортодонтичних пацієнтів. *Український стоматологічний альманах*, 3, 77–78] [in Ukrainian].
5. Alam, M. K., Kanwal, B., Abutayyem, H., Alswairki, H. J., Alfawzan, A. A., Shqaidef, A. et al. (2023). Complications arising due to orthodontic treatment – A systematic review and meta-analysis. *Applied Sciences*, 13, 4035. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13064035>.
6. Hamid, T., Triwardhani, A., & Wardhana, L. K. (2022). Benefits and risks of orthodontic treatment: A scoping review. *Indonesian Journal of Dental Medicine*, 5(1), 18–26. DOI: <https://doi.org/10.20473/ijdm.v5i1.2022.18-26>.
7. Roberts-Harry, D., & Sandy, J. (2003). Orthodontics. Part 1: Who needs orthodontics? *British Dental Journal*, 195, 433. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810592>.
8. Samsonyanová, L., & Broukal, Z. (2014). A systematic review of individual motivational factors in orthodontic treatment: facial attractiveness as the main motivational factor in orthodontic treatment. *International Journal of Dentistry*, 938274. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/938274>.
9. Melnyk, S. V., Zombor, K., & Melnyk, V. (2022). Study of the motivation of patients seeking orthodontic care. *Actual Problems of Modern Medicine: Bulletin of Ukrainian Medical Stomatological Academy*, 22(3–4), 134–137. [Мельник С. В., Зомбор К., Мельник В. (2022) Дослідження мотивації пацієнтів, які звертаються за ортодонтичною допомогою. *Актуальні*

проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії, 22(3–4), 134–137]. DOI: <https://doi.org/10.31718/2077-1096.22.3.4.134> [in Ukrainian].

10. Pachêco-Pereira, C., Abreu, L. G., Dick, B. D., De Luca Canto, G., Paiva, S. M., & Flores-Mir, C. (2016). Patient satisfaction after orthodontic treatment combined with orthognathic surgery: A systematic review. *The Angle Orthodontist*, 86(3), 495–508. DOI: <https://doi.org/10.2319/040615-227.1>.
11. Panaite, T., Romanec, C. L., Adina, A., Carina, B., Savin, C., & Sirghie, A. (2025). Psychosocial determinants of patient satisfaction in orthodontic treatment: A pilot cross-sectional survey in North-Eastern. *Medicina*, 61(8), 1328. DOI: <https://doi.org/10.3390/medicina61081328>.
12. Almasri, A. M. H., Hajeer, M. Y., Ajaj, M. A., Almusawi, A. O. A., Jaber, S. T., Zakaria, A. S., & Alam, M. K. (2024). Patient satisfaction following orthodontic treatment: A systematic review. *Cureus*, 16(7), e65339. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.65339>.
13. Canuto, L. F., de Freitas, M. R., de Freitas, K. M., Cançado, R. H., & Neves, L. S. (2013). Long-term stability of maxillary anterior alignment in non-extraction cases. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18(3), 46–53. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2176-94512013000300009>.
14. Bjerling, R., Sandvik, L., Midtbø, M., & Vandevska-Radunovic, V. (2017). Stability of anterior tooth alignment 10 years out of retention. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 78(4), 275–283. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00056-017-0084-2>.
15. Sadowsky, C., Schneider, B. J., BeGole, E. A., & Tahir, E. (1994). Long-term stability after orthodontic treatment: nonextraction with prolonged retention. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 106(3), 243–249. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(94\)70043-5](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(94)70043-5).
16. Littlewood, S. J., Kandasamy, S., & Huang, G. (2017). Retention and relapse in clinical practice. *Australian Dental Journal*, 62(1), 51–57. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12475>.
17. Chacón-Moreno, A., Ramírez-Mejía, M. J., & Zorrilla-Mattos, A. C. (2022). Relapse and inadvertent tooth movement post orthodontic treatment in individuals with fixed retainers: A review. *Revista Científica Odontológica*, 10(3), e116. DOI: <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1003-2022-116>.
18. Akbar, N., Ammayappan, P., Sankar, H., & Alexander, L. (2022). Stability in Orthodontics. *Journal of Scientific Dentistry*, 12(2), 50–53. DOI: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10083-1028>.
19. Nagani, N. I., & Ahmed, I. (2020). Effectiveness of two types of fixed lingual retainers in preventing mandibular incisor relapse. *Journal of College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 30(3), 282–286. DOI: <https://doi.org/10.29271/jcpsp.2020.03.282>.
20. Littlewood, S. J., Kandasamy, S., & Huang, G. (2017). Retention and relapse in clinical practice. *Australian Dental Journal*, 62(1), 51–57. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12475>.
21. Alotaibi, S. (2023) Potential side effects of comprehensive fixed orthodontic treatment: A narrative review. *The Open Dentistry Journal*, 17, e187421062302150. DOI: <https://doi.org/10.2174/18742106-v17-230307-2022-74>.
22. Klitynska O. V., Kytastyi O. I., Sheveria S. M., & Shetelia V. V. (2025). The importance and specifics of oral hygiene practices during orthodontic treatment with fixed appliances. *Intermedical Journal*, 4, 50–57. [Клітинська О. В., Китасть О. І., Шеверя С. М., Шетеля В. В. (2025) Значення та особливості здійснення гігієнічних заходів в порожнині рота при ортодонтичному лікуванні незнімними конструкціями. *Intermedical Journal*, 4, 50–57]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-4-9> [in Ukrainian].
23. Lienhart, G., Elsa, M., Farge, P., Schott, A. M., Thivichon-Prince, B., & Chanelière, M. (2023). Factors perceived by health professionals to be barriers or facilitators to caries prevention in children: A systematic review. *BMC Oral Health*, 19(1), 767. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03458-1>.
24. Pattanaik, S., Veeraraghavan, V. P., Dasari, A. K., Patil, S. R., Alzahrani, S. G., & Fareed, M. (2024). Orthodontic treatment in adults: Challenges, outcomes, and factors affecting compliance and satisfaction. *Journal of Orthodontic Science*, 13(1), 14. DOI: https://doi.org/10.4103/jos.jos_186_23.
25. Gökçenur Gökçe. (2021). Complications and risks of orthodontic treatment. *Dental and Medical Journal*, 3(2), 38–51. URL: <https://izlik.org/JA64AB22SR>.
26. Chumakova, Y., & Antoshchuk, V. (2023). Influence of the oral hygiene level on incidence rates of dental caries and gingivitis in children and adolescents of rural locality of Odessa region. *Ukrainian Dental Almanac*, 1, 83–87. [Чумакова Ю. Г., Антошук В. О. (2023). Вплив рівня гігієни ротової порожнини на показники захворюваності на карієс зубів та гінгівіт у дітей і підлітків сільської місцевості Одеської області. *Український стоматологічний альманах*, 1, 83–87]. DOI: <https://doi.org/10.31718/2409-0255.1.2023.16> [in Ukrainian].
27. Artemchuk, A. V., & Savychuk, O. V. (2025). Oral hygiene and periodontal status in children with type 1 diabetes mellitus. *Kharkiv Dental Journal*, 2(3(5)), 379–389. [Артемчук А. В., Савичук О. В. (2025). Стан гігієни порожнини рота та пародонту

- у дітей із цукровим діабетом 1-го типу. *Харківський стоматологічний журнал*, 2(3(5)), 379–389]. DOI: <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2025-5-09>.
28. Tiro, A. (2017). Orthodontic treatment-related risks and complications: Part I. *Dental complications. South European Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 4(2), 43–47. DOI: <https://doi.org/10.5937/sejodr4-15530>.
 29. Chukhray, N. L., Fuhr, M. B., Dubetska-Hrabous, I. S., & Lesitsky, M. Yu. (2021). Oral hygiene in children with malocclusions. *Stomatological Bulletin*, 107(2), 62–65. [Чухрай, Н., Фур, М., Дубецька-Грабоус, І., Лесіцький, М. (2021). Гігієна порожнини рота у дітей із зубощелепними аномаліями. *Вісник стоматології*, 107(2), 62–65]. DOI: <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2019-32-2-62-65> [in Ukrainian].
 30. Khomenko, L. O., Shmatko, V. I., Ostapko, O. I. et al. (1993). *Dental prophylaxis in children: textbook*. Kyiv: ISDO. [Хоменко Л.О., Шматко В. І., Остапко О. І. та ін. (1993). *Стоматологічна профілактика у дітей*: навч. посібник. Київ: ІСДО].
 31. Wilkins Esther, M., Charlotte J. Wyche, & Linda D. Boyd. (2017). *Clinical practice of the dental hygienist*. Philadelphia: Wolters Kluwer.
 32. Filonenko V. V., & Bidenko N. V. (2024). Evaluate the quality of oral hygiene care in children with congenital cleft lip and palate in the course of orthodontic treatment. *Actual Dentistry*, (1), 42–50. [Філоненко, В. В., Біденко, Н. В. (2024). Оцінка якості гігієнічного догляду за порожниною рота у дітей з вродженими незрощеннями губи та піднебіння у процесі ортодонтичного лікування. *Сучасна стоматологія*, 1, 42–51]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2024-1-42> [in Ukrainian].
 33. Bidenko, N., Filonenko, V., & Stanley, M. J. (2023). Assessment of the quality of oral hygiene as a component of effective orthodontic treatment and factors affecting them. *Colloquium-journal*, 5(164), 7–18. [Біденко, Н. В., Філоненко, В. В., Стенлі, М. Д. (2023). Оцінка якості гігієнічного догляду за порожниною рота як складова ефективного ортодонтичного лікування та чинники, що на них впливають. *Colloquium-journal*, 5(164), 7–18]. DOI: <https://doi.org/10.24412/2520-6990-2023-5164-7-18>.
 34. Torabi, S., & Soni, A. (2023). *Histology, Periodontium*. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*.
 35. Borysenko, A. (2019). New classification of periodontal diseases and periimplant conditions (2017). *Actual Dentistry*, 3, 24–27. [Борисенко, А. В. (2017). Нова класифікація захворювань пародонта і періімплантних станів. *Сучасна стоматологія*, 3, 24–27]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2019-3-24> [in Ukrainian].
 36. American Academy of Pediatric Dentistry. (2023). *Classification of periodontal diseases in infants, children, adolescents, and individuals with special health care needs*. The Reference Manual of Pediatric Dentistry, Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry, 493–507. URL: https://www.aapd.org/globalassets/media/policies_guidelines/bp_classperiodiseases.pdf
 37. American Academy of Pediatric Dentistry. (2025). *Periodontal conditions in pediatric dental patients*. The Reference Manual of Pediatric Dentistry, Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry, 527–544. URL: https://www.aapd.org/globalassets/media/policies_guidelines/bp_periotherapy25.pdf
 38. Chumakova, Y. G., Borchenko, N. A., Zahradska, O. L., & Marchuk, T. S. (2024). Prevalence and clinical characteristics of gingival recession in patients with periodontitis. *Clinical Dentistry*, 1, 30–40. Чумакова, Ю. Г., Борченко, Н. А., Заградська, О. Л., Марчук, Т. С. (2024). Поширеність та клінічні характеристики рецесії ясен у хворих на пародонтит. *Клінічна стоматологія*, 1, 30–40. DOI: <https://doi.org/10.11603/2311-9624.2024.1.14508> [in Ukrainian].
 39. Kassab, M. M., & Cohen, R. E. (2003). The etiology and prevalence of gingival recession. *Journal of the American Dental Association*, 134(2), 220–225. DOI: <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0137>.
 40. Chrysanthakopoulos N. A. (2014). Gingival recession: prevalence and risk indicators among young Greek adults. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 6(3), e243–e249. DOI: <https://doi.org/10.4317/jced.51354>.
 41. Vignoletti, F., Di Martino, M., Clementini, M., Di Domenico, G. L., & de Sanctis, M. (2020). Prevalence and risk indicators of gingival recessions in an Italian school of dentistry and dental hygiene: A cross-sectional study. *Clinical Oral Investigations*, 24(2), 991–1000. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02996-9>.
 42. Jepsen, K., Sculean, A., & Jepsen, S. (2023). Complications and treatment errors involving periodontal tissues related to orthodontic therapy. *Periodontology*, 92, 135–158. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12484>.
 43. Drohomiretska, M. S., & Tkachenko, Yu. V. (2024). Integral analysis of clinical characteristics of X-ray-anthropometric predictors of fane periodontal tissue phenotype as a risk factor for periodontal conditions in orthodontic treatment. *Actual Dentistry*, 1, 86–90. [Дрогомирецька М. С., Ткаченко Ю. В. (2024). Інтегральний аналіз клінічних та рентген-антропометричних предикторів тонкого фенотипу тканин пародонту як фактора ризику пародонтальних ускладнень ортодонтичного лікування. *Сучасна стоматологія*, 1, 86–90]. DOI: <https://doi.org/10.33295/1992-576X-2024-1-86> [in Ukrainian].

44. Gevkaliuk, N., Vatamaniuk, N., & Romaniuk, R. (2025). Morphological characteristics of the process of focal demineralization of dental enamel after orthodontic treatment of anomalies of the dental row with a brackets system. *Kharkiv Dental Journal*, 2(4(6)), 670–682. [Гевкалюк Н., Ватаманюк Н., Романюк Р. (2025). Морфологічна характеристика процесу вогнищевої демінералізації зубної емалі після ортодонтичного лікування аномалій зубного ряду брекет-системою. *Харківський стоматологічний журнал*, 2(4(6)), 670–682]. DOI: <https://doi.org/10.26565/3083-5607-2025-6-12>.
45. Hussain, U., Wahab, A., Kamran, M. A., Alnaze, 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: <https://doi.org/10.1111/ocr.12888>.
46. Travess, H., Roberts-Harry, D., & Sandy, J. (2004). Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. *British Dental Journal*, 196, 71–77. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4810891>.
47. Klitynska, O. V., Kytastyi O. I., Odnoralov, A. I., Khashchevatskyi A. V., Martyts Yu. M., & Martyts O. Yu. (2025). Analysis of changes in the oral cavity during orthodontic treatment using braces. *Intermedical Journal*, 3, 46–51. [Клітинська О. В., Китастий О. І., Одноралов А. І., Хашчеватський А. В., Мартиць Ю. М., Мартиць О. Ю. (2025). Аналіз змін порожнини рота при ортодонтичному лікуванні із використанням брекет-систем. *Intermedical Journal*, 3, 46–51]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2786-7684/2025-3-7> [in Ukrainian].
48. Yassir, Y. A., McIntyre, G. T., & Bearn, D. R. (2021). Orthodontic treatment and root resorption: An overview of systematic reviews. *European Journal of Orthodontics*, 43(4), 442–456. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa058>.
49. Dawood, H. M., Kroeger, A., Chavda, V., Chapple, I. L., & Kebschull, M. (2023). Under pressure-mechanisms and risk factors for orthodontically induced inflammatory root resorption: A systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 45(5), 612–626. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cjad011>.
50. Segal, G. R., Schiffman, P. H., & Tuncay, O. C. (2004). Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 7(2), 71–78. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1601-6343.2004.00286.x>.
51. Malanchuk, V. O., & Kopchak, A. V. (2013). Evaluation of the quality of facial bones and skull classification of its type on the basis of biomechanical parameters. *Ukrainian Medical Journal*, 1(93), 126–131. [Маланчук В. О., Копчак А. В. (2013). Оцінка якості кісткової тканини лицевого відділу черепа та класифікація її типів на основі біомеханічних параметрів. *Український медичний часопис*, 1(93), 126–131]. URL: <https://www.umj.com.ua/article/46039/ocinka-yakosti-kistkovo-tkanini-licevogo-viddil-cherepa-ta-klasifikaciya-ii-tipiv-na-osnovi-biomexanichnix-parametriv>.
52. Filonenko, V. V. (2023). Determination of density of bone structures of the maxillo-facial region in clinical practice. *Experimental and Clinical Medicine*, 92(3), 26–34. [Філоненко, В. В. (2023). Визначення щільності кісткових структур щелепно-лицевої ділянки в клінічній практиці. *Експериментальна і клінічна медицина*, 92(3), 26–34. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.3.fil> [in Ukrainian].
53. Hsu, J. T., Chang, H. W., Huang, H. L., Yu, J. H., Li, Y. F., & Tu, M. G. (2011). Bone density changes around teeth during orthodontic treatment. *Clinical Oral Investigations*, 15(4), 511–519. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-010-0410-1>.
54. Yu, J. H., Huang, H. L., Liu, C. F., Wu, J., Li, Y. F., Tsai, M. T., & Hsu, J. T. (2016). Does orthodontic treatment affect the alveolar bone density? *Medicine*, 95(10), e3080. DOI: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003080>.
55. Iglesias-Linares, A., Morford, L. A., & Hartsfield, J. K. Jr. (2016). Bone density and dental external apical root resorption. *Current Osteoporosis Reports*, 14(6), 292–309. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11914-016-0340-1>.
56. Kau, C. H., & Cruz Wilma, D. A. (2020). 3D Analysis of tooth movement using 3D technology. *Current Osteoporosis Reports*, 22, 536–543. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11914-020-00625-z>.
57. Ouyang, L., Li, J., Dong, Y., Li, J., Jin, F., Luo, Y., Wang, R., & Wang, S. (2024). Comparison of clinical efficacy between autologous partially demineralized dentin matrix and deproteinized bovine bone mineral for bone augmentation in orthodontic patients with alveolar bone deficiency: A randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health*, 24(1), 984. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04730-8>.
58. Mandelaris, G. A., Neiva, R., & Chambrone, L. (2017). Cone-beam computed tomography and interdisciplinary dentofacial therapy: an American academy of periodontology best evidence review focusing on risk assessment of the dentoalveolar bone changes influenced by tooth movement. *Journal of Periodontology*, 88(10), 960–977. DOI: <https://doi.org/10.1902/jop.2017.160781>.
59. Shrestha, S., Wang, Q., Tao, T., Gumaiei, W. S. A., Long, H., & Lai, W. (2023). The prevalence of alveolar bone dehiscence and fenestration among untreated patients with different patterns of vertical growth using cone-beam computed tomography. *Orthodontic Journal of Nepal*, 13(2), 48–54. DOI: <https://doi.org/10.3126/ojn.v13i2.52399>.
60. Flis P. S., Leonenko G. P., Filonenko V. V., & Doroshenko N. M. (2016). *Orthodontics. Dentognathic Anomalies and Deformations: textbook*. Kyiv: Medicine.

Complications of Orthodontic Treatment in Children with Dentofacial Deformities: Acute and Long-Term Outcomes

Kiriienko, Yu., Filonenko, V.

Educational and Research Institute of Dentistry,
Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Abstract. The issue of complications in the treatment of dentofacial deformities (DFDs) remains highly relevant in modern orthodontics. Identifying and addressing these complications allows orthodontists to significantly enhance the effectiveness of specialized care at all stages of comprehensive patient rehabilitation.

Aim. To review the specialized scientific literature on the causes and prevention of complications during active orthodontic treatment in children with DFDs and in the long term.

Materials and methods. A comprehensive search of recent domestic and international scientific literature was conducted across major databases, including PubMed, Google Scholar, and the digital repository of Bogomolets National Medical University. The analysis focused on peer-reviewed publications from recent years addressing the occurrence and prevention of short- and long-term complications during orthodontic treatment in pediatric patients with DFDs.

Results and discussion. The analysis indicates that while the primary goal of orthodontic intervention is the correction of DFDs, long-term treatment stability varies significantly. Poor compliance with oral hygiene guidelines, particularly during fixed appliance therapy, leads to a wide range of complications affecting dental hard tissues, the periodontium, and the oral mucosa. To mitigate the risk of periodontal damage, clinical and radiographic-cephalometric predictors must be thoroughly evaluated during treatment planning. Mechanical tooth movement induces tissue remodeling that alters the morphology and qualitative characteristics of the periodontium. Consequently, maximizing patient satisfaction requires a balanced approach focused on achieving optimal aesthetics while minimizing both acute and long-term complications. Ultimately, orthodontic therapy must provide clear clinical benefits that outweigh any potential procedural risks.

Conclusions. Treatment instability (relapse) alongside complications affecting the periodontium, dental hard tissues, and bone structures represent the most prevalent clinical challenges both during active orthodontic therapy in children with dentofacial deformities and in the long term. To prevent and mitigate these issues, a comprehensive management strategy must be implemented. This approach relies on meticulous diagnostic evaluation, patient motivation, rigorous oral hygiene protocols, elimination of the primary etiological factors of deformities, control of tooth movement utilizing light forces, and careful consideration of individual anatomofunctional characteristics.

Keywords: *dentofacial system; oral hygiene; periodontium; orthodontic forces; enamel demineralization; alveolar bone*

Стаття: надійшла до редакції 08.02.2026 р.;
прийнята до друку 14.04.2026 р.,
опублікована 29.05.2026 р.

Кірієнко Юрій Юрійович

Асистент кафедри ортодонції,
Національний медичний
університет імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна.

 <https://orcid.org/0009-0002-2441-0293>

Філоненко Валерій Володимирович

Доктор медичних наук,
доцент кафедри ортодонції та пропедевтики
ортопедичної стоматології,
заступник директора
Навчально-наукового інституту стоматології
Національного медичного університету
імені О. О. Богомольця
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-1060-9058>

*Олександр Любченко, Владислав Петрашко**Харківський національний медичний університет Міністерства охорони здоров'я України,
м. Харків, Україна*

Експериментальне порівняння репаративних процесів у кісткових дефектах щелеп кроликів за використання біологічних і синтетичних матеріалів

Актуальність. Вибір оптимального кістково-пластичного матеріалу є актуальною проблемою щелепно-лицевої хірургії, особливо в умовах необхідності ефективного імпортозаміщення. На вітчизняному ринку представлені як синтетичні матеріали (зокрема, β -ТКФ-кераміка), так і ксеногенні колагеновмісні матрикси. Останнім часом активно впроваджуються такі українські продукти, як ксеноматеріал Bauers® та синтетичний гідроксиапатит ABGraft®, що застосовуються для аугментації альвеолярного гребеня.

Мета дослідження — експериментально оцінити та порівняти репаративні процеси в кісткових дефектах нижньої щелепи кроликів за використання різних за архітектонікою матеріалів: високопористих (Straumann® BoneCeramic®, Bauers®) та стандартних синтетичних (Maxresorb®, ABGraft®) матриксів без додавання аутологічної плазми чи PRF.

Матеріали і методи. Дослідження проведено на 16 кроликах породи Новозеландський білий (6–8 міс., 2,5–3,0 кг), розподілених на чотири рівні групи ($n = 4$). Формували стандартизовані кісткові дефекти розміром 5×3 мм у ділянці кута нижньої щелепи. Оцінювання проводили рентгенологічно (показник *bone fill*) та гістоморфометрично (щільність остеоцитів, васкуляризація) на 30-ту та 60-ту добу. Статистичний аналіз виконували за допомогою критерію ANOVA з *post-hoc* тестом Шеффе ($p < 0,05$).

Результати. На 60-ту добу показники *bone fill* становили (%): Straumann® — $68,5 \pm 4,2$; Bauers® — $64,2 \pm 3,9$; Maxresorb® — $52,3 \pm 3,6$; ABGraft® — $48,7 \pm 4,4$. Матеріали Straumann® та Bauers® статистично достовірно переважали інші групи ($p = 0,002$). Вітчизняний Bauers® продемонстрував статистичну рівноцінність зі Straumann® (різниця 4,3 %, $p = 0,084$). Щільність остеоцитів на 60-ту добу (клітин/поле зору) ($p < 0,05$): Straumann® — $56,7 \pm 5,8$; Bauers® — $53,4 \pm 5,2$; Maxresorb® — $44,1 \pm 4,7$; ABGraft® — $41,8 \pm 4,3$. Встановлено, що матеріали Bauers® та Straumann® забезпечували динамічніший приріст кісткового заповнення в інтервалі 30–60 днів порівняно з Maxresorb® та ABGraft®, що свідчить про достатній остеоіндуктивний потенціал українського ксеноматеріалу.

Висновки. Експериментально доведено, що високоефективні макропористі матеріали Straumann® та Bauers® мають суттєву перевагу над Maxresorb® і ABGraft® за остеоіндуктивними властивостями. Вітчизняний ксеногенний матеріал Bauers® експериментально еквівалентний імпортованому кістково-пластичному матриксу Straumann® BoneCeramic®, що підтверджує його придатність для імпортозаміщення та дозволяє заощаджувати 250–350 USD/г без втрати остеопластичної ефективності.

Ключові слова: кісткова регенерація, нижня щелепа, кролики, кістково-пластичні матеріали, Bauers®, ABGraft®, Straumann®, Maxresorb®, ксеногенний матрикс, β -трикальційфосфат, гідроксиапатит.

Вступ

Проблема ефективної регенерації кісткової тканини щелеп є однією з найактуальніших у сучасній стоматології та щелепно-лицевій хірургії [1, 2]. Щороку у світі виконують понад 2 млн процедур, які потребують застосування кістково-пластичних матеріалів, зокрема під час дентальної імплантації, синус-ліфтингу, реконструкції посттравматичних онкологічних дефектів [2, 3]. За даними глобальних оглядів, частка втрат кісткової тканини альвеолярних відростків становить 40–60 % після видалення зубів, що ускладнює подальшу імплантацію [4, 5].

В Україні ситуація значно ускладнюється через збільшення кількості бойових травм щелепно-лицевої ділянки. За даними періоду 2022–2024 рр., у прифронтових зонах зареєстровано 415 випадків вогнепальних та вибухових травм, 70–80 % з яких супроводжуються дефектами кісткової тканини розміром 5–20 мм [6]. Ці дефекти часто супроводжуються втратою м'яких тканин, зубів та нейроваскулярних структур, що вимагає комплексного підходу до їхньої реконструкції [6–8].

Традиційно «золотим стандартом» кісткової пластики вважається аутогенний трансплантат (з автологічної кістки клубового гребеня, підборідної ділянки чи маломілкової кістки). Проте істотними недоліками цього методу є необхідність додаткового хірургічного втручання, обмежена кількість графт-матеріалу, а також висока частота ускладнень у донорській зоні (20–40 %), що стимулює активний пошук альтернатив [1, 9, 10].

Сучасний ринок пропонує широкий спектр кістково-пластичних матеріалів, які за походженням поділяють на ксеногенні (зокрема, на основі депротейнізованої бичачої кістки, такі як вітчизняний Bauers®) та синтетичні матрикси (двофазна кальцій-фосфатна кераміка Straumann® BoneCeramic®, β -трикальційфосфат Maxresorb® та гідроксиапатит ABGraft®) [11–17]. Ксеногенні матеріали характеризуються високою остеоіндуктивністю, стабільним збереженням об'єму та достатньою васкуляризацією через природну пористу структуру (70–90 % пористість, пори розміром 200–800 мкм) та колагеновий матрикс [18–22]. Синтетичні матеріали забезпечують прогнозовану резорбцію (6–18 міс.) та заміщення новоутвореною кісткою, але часто поступаються ксеногенним за ступенем заповнення в середньомі великорозмірних дефектах [14–16, 23–25].

На українському ринку представлені як імпорتنі, так і вітчизняні продукти. Синтетичні β -ТКФ-кераміки та ксеногенні колагеномісні матрикси (Bauers®, ABGraft®) успішно застосову-

ються для аугментації альвеолярного гребеня під час імплантації [7, 12, 13, 17]. Вартість імпортованих матеріалів (близько 400–500 USD/г) значно перевищує ціну вітчизняних аналогів (100–150 USD/г), що робить завдання імпортозаміщення стратегічно важливим [10, 11, 17].

В експериментальних моделях на кроликах широко використовуються стандартизовані кісткові дефекти нижньої щелепи завширшки 5–10 мм і завглибшки 2–3 мм [5, 19, 23, 26, 27]. Дефекти до 6 мм зазвичай заповнюються спонтанно протягом 12 тижнів, тоді як більші (від 8 мм) вважаються критичними або близькими до критичних у box-shaped моделях [23, 26, 27]. Модель з дефектом 5 × 3 мм, як у нашому дослідженні, дозволяє об'єктивно оцінити остеоіндуктивні властивості матеріалів без повного блокування спонтанної регенерації, що робить її придатною для порівняльного аналізу різних за походженням та архітектонікою кісткових замінників [5, 23, 28–30, 32].

Мета дослідження — експериментально порівняти репаративні процеси в кісткових дефектах нижньої щелепи кроликів за використання біологічних (Bauers®) та синтетичних (Straumann®, Maxresorb®, ABGraft®) матеріалів без додавання PRF.

Наукова новизна дослідження

Уперше:

1. Проведено комплексне експериментальне порівняння вітчизняних кістково-пластичних матеріалів Bauers® та ABGraft® з імпортованими аналогами Straumann® та Maxresorb® у стандартизованій моделі кісткового дефекту нижньої щелепи кролика з кількісною оцінкою показника *bone fill* та гістоморфометричними параметрами.

2. Доведено статистичну рівноцінність вітчизняного ксеногенного матеріалу Bauers® та імпортованого синтетичного Straumann® BoneCeramic® за показниками кісткової регенерації (різниця *bone fill* на 60-ту добу — 4,3 %, $p = 0,084$) та гістологічними характеристиками (щільність остеокитів, васкуляризація).

3. Встановлено статистично значущі відмінності ($p < 0,05$) між біологічними та синтетичними матеріалами за динамікою кісткової регенерації на 30-ту та 60-ту добу спостереження, що обґрунтовує диференційований підхід до вибору матеріалу залежно від клінічної ситуації.

Поглиблено уявлення про роль пористості (70–90 % для біологічних матеріалів проти 60–80 % для більшості синтетичних) та розміру пор (200–800 мкм) у забезпеченні остеоіндукції та ангіогенезу під час регенерації кісткової тканини

щелеп. Удосконалено методику експериментального моделювання кісткових дефектів щелеп із застосуванням стандартизованих параметрів (діаметр 5 мм, глибина 3 мм) та комплексної оцінки (рентгенологічної, гістологічної, морфометричної).

Матеріали та методи

Експериментальна модель

Дослідження проводили на 16 кроликах породи новозеландський білий віком 6–8 міс., масою 2,5–3,0 кг, яких розподілили на чотири групи по чотири тварини в кожній.

Експеримент відповідав вимогам «Керівництва з догляду та використання лабораторних тварин» (Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, 1996), Європейської конвенції (1986) та нормам біоетики України.

Хірургічна техніка

Доступ до нижньої щелепи виконували через внутрішній розріз слизової оболонки під загальним наркозом (кетамін — 25 мг/кг, ксилазин — 5 мг/кг). Кістковий дефект діаметром 5 мм та глибиною 3 мм у ділянці кута нижньої щелепи формували алмазною фрезою з безперервним охолодженням 0,9 % розчином NaCl. У кожну групу закладали різні матеріали:

- 1) Straumann® BoneCeramic® (двофазна кальцій-фосфатна кераміка: 60 % гідроксиапатит, 40 % β -трикальційфосфат, Швейцарія);
- 2) Bauers® (ксеногенна кістка великої рогатої худоби, Україна);
- 3) Maxresorb® (β -трикальційфосфат, Німеччина);
- 4) ABGraft® (гідроксиапатит, Україна).

Матеріал щільно укладали в дефект, після чого рану зшивали у два шари. Тваринам проводили антибіотикопрофілактику (енрофлоксацин — 5 мг/кг) протягом 3 діб.

Методи оцінювання

Клінічний стан тварин оцінювали щоденно протягом першого тижня, потім — раз на 3 доби. Рентгенологічний контроль проводили цифровим рентгенапаратом (70 кВ, 7 мАс) на 30-ту та 60-ту добу. Вимірювали лінійну величину кісткового дефекту у двох взаємно перпендикулярних напрямках з подальшим розрахунком площі за формулою еліпса. Показник регенерації (*bone fill*, %) обчислювали як співвідношення площі новоутвореної кістки до первинної площі дефекту.

Гістологічне дослідження проводили після евтаназії тварин через 30 та 60 діб (дві тварини з групи в кожен термін). Зразки фіксували в

10 % нейтральному формаліні, демінералізували в 10 % трилоні Б, виготовляли парафінові блоки. Зрізи завтовшки 5 мкм фарбували гематоксиліном та еозином і за Ван Гізоном. Морфометричний аналіз здійснювали світловим мікроскопом з цифровою камерою при збільшенні у 100 та 200 разів. Вимірювали площу кісткової тканини, щільність остеоцитів, кількість гемокапілярів у полі зору.

Статистичний аналіз

Дані обробляли в пакеті SPSS 26.0. Нормальність розподілу перевіряли за критерієм Шапіро-Вілка. Для порівняння показників між групами застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) з post-hoc тестом Шеффе. Парні порівняння між термінами спостереження проводили за t-критерієм Стюдента. Критичний рівень статистичної значущості встановлено на рівні $p < 0,05$. Результати представлені як $M \pm SD$.

Результати

Рентгенологічні дані

На 30-ту добу в усіх групах виявлено ознаки початкової кісткової регенерації у вигляді неоднорідних тіней з нерівними контурами. Середній показник *bone fill* становив (%): Straumann® — $42,3 \pm 3,8$; Bauers® — $39,7 \pm 4,1$; Maxresorb® — $31,5 \pm 3,2$; ABGraft® — $28,8 \pm 2,9$. Статистично значущі відмінності виявлено між групами біологічних та синтетичних матеріалів ($p = 0,003$). Straumann® та Bauers® достовірно перевищували Maxresorb® та ABGraft® ($p < 0,05$ за тестом Шеффе), проте між собою не відрізнялися ($p = 0,427$).

На 60-ту добу показники *bone fill* зросли в усіх групах (%): Straumann® — $68,5 \pm 4,2$; Bauers® — $64,2 \pm 3,9$; Maxresorb® — $52,3 \pm 3,6$; ABGraft® — $48,7 \pm 4,4$. Вірогідні відмінності між групами збереглися ($p = 0,002$). Відсоток регенерації у групі Bauers® був лише на 4,3 % нижчим за Straumann® ($p = 0,084$), що свідчить про статистичну рівноцінність. Динаміка приросту *bone fill* між 30-ю та 60-ю добою була найвищою у групах Straumann® (+26,2 %) та Bauers® (+24,5 %), достовірно перевищуючи приріст у Maxresorb® (+20,8 %) та ABGraft® (+19,9 %) ($p = 0,038$).

Динаміку показника *bone fill* представлено на рис. 1 (лінійний графік середніх значень з помилками середнього для кожної групи на 30-ту і 60-ту добу).

Графік чітко показує перевагу матеріалів-лідерів (Straumann® та Bauers®) уже на ранніх термінах та збереження лідерства до кінця спостереження.

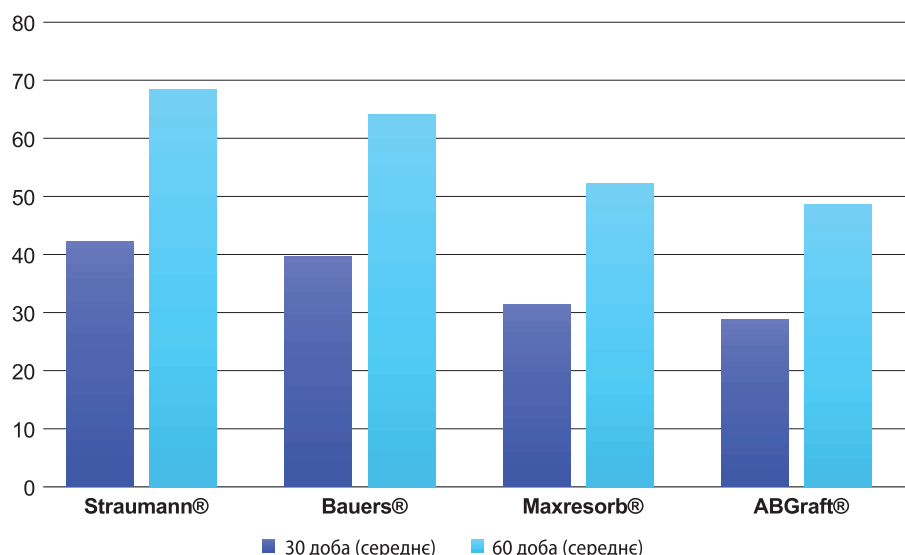


Рис. 1. Динаміка *bone fill* (%) у групах Straumann®, Bauers®, Maxresorb® та ABGraft® на 30-ту та 60-ту добу (середнє ± SD; різні літери — $p < 0,05$ за тестом Шеффе)

Таблиця 1.

Динаміка показника *bone fill* (%) у різних групах

Група	30-та доба	60-та доба	Δ	p
Straumann®	42,3 ± 3,8 ^a	68,5 ± 4,2 ^a	+ 26,2	< 0,001
Bauers®	39,7 ± 4,1 ^a	64,2 ± 3,9 ^a	+ 24,5	< 0,001
Maxresorb®	31,5 ± 3,2 ^b	52,3 ± 3,6 ^b	+ 20,8	< 0,001
ABGraft®	28,8 ± 2,9 ^b	48,7 ± 4,4 ^b	+ 19,9	< 0,001

Примітки: p — для порівняння між 30-ю та 60-ю добою (парний t -тест); ^{a, b} — різні літери позначають статистично значущі відмінності між групами ($p < 0,05$, ANOVA з тестом Шеффе); Δ — абсолютний приріст показника.

Динаміку зміни показника *bone fill* (%) у групах на 30-ту і 60-ту добу спостереження наведено у табл. 1.

Аналіз даних таблиці підтверджує, що матеріали (Straumann® та Bauers®) вже на 30-ту добу демонструють достовірно вищі показники заповнення дефекту порівняно з Maxresorb® та ABGraft® ($p = 0,003$), а до 60-ї доби ця перевага стає ще вираженішою ($p = 0,002$). Крім того, приріст *bone fill* між двома термінами спостереження був максимально вираженим саме в групах Straumann® (+26,2 %) та Bauers® (+24,5 %), що статистично значуще перевищувало динаміку в групах Maxresorb® (+20,8 %) та ABGraft® (+19,9 %) ($p = 0,038$ за тестом Шеффе).

Гістологічні дані

На 30-ту добу у групах лідерів (Straumann® та Bauers®) виявлено інтенсивний остеогенез із утворенням поперечних (анастомозуючих) трабекул кісткової тканини, що проникали у пори матеріалу. Щільність остеоцитів становила $42,3 \pm 5,1$ та $39,8 \pm 4,7$ клітин/поле зору відповідно. У групах із синтетичними матеріалами переважав фіброзний компонент з окремими вогнищами остео-

їдних утворень. Щільність остеоцитів у групах Maxresorb® та ABGraft® була достовірно нижчою ($31,2 \pm 3,9$ та $28,5 \pm 4,1$ клітин/поле зору, $p < 0,05$). Кількість гемокапілярів у зоні дефекту в групах Straumann® та Bauers® перевищувала таку в інших групах на 35–40 % ($p = 0,011$).

На 60-ту добу в групах Straumann® та Bauers® сформувалася зріла кісткова тканина з чіткою архітектонікою трабекул та нормальною морфологією остеоцитів. Щільність остеоцитів зросла до $56,7 \pm 5,8$ та $53,4 \pm 5,2$ клітин/поле зору відповідно. У групі Maxresorb® виявлено часткову резорбцію матеріалу та заміщення його кістковою тканиною зі щільністю остеоцитів $44,1 \pm 4,7$ клітин/поле зору. Група ABGraft® продемонструвала найбільшу втрату об'єму матеріалу (15–20 %) та формування кісткової тканини з неповною структурною організацією (щільність остеоцитів $41,8 \pm 4,3$ клітин/поле зору). Статистичний аналіз підтвердив достовірні переваги матеріалів Straumann® та Bauers® за показниками щільності остеоїдної тканини та васкуляризації ($p < 0,05$).

Гістоморфометричні показники на 60-ту добу наведено у табл. 2. Матеріали Straumann® та Bauers® достовірно перевищували Maxresorb® та

Таблиця 2.

Гістоморфометричні показники на 60-ту добу

Матеріал	Щільність остеоцитів (клітин/поле зору)	Васкуляризація (судин/поле зору)	Втрата об'єму (%)
Straumann®	56,7 ± 5,8 ^a	8,4 ± 1,2 ^a	5–8
Bauers®	53,4 ± 5,2 ^a	7,9 ± 1,1 ^a	8–12
Maxresorb®	44,1 ± 4,7 ^b	5,6 ± 0,9 ^b	20–25
ABGraft®	41,8 ± 4,3 ^b	5,2 ± 0,8 ^b	15–20

Примітки: ^a, ^b — різні літери позначають статистично значущі відмінності між групами ($p < 0,05$, ANOVA з тестом Шеффе); васкуляризацію оцінювали, використовуючи 100-кратне збільшення.

ABGraft® за щільністю остеоцитів та васкуляризацією ($p < 0,05$), водночас втрата об'єму матеріалу була найменшою саме в групах Straumann® та Bauers®.

Обговорення

Отримані результати свідчать про вищу ефективність високопористих кістково-пластичних матеріалів із розгалуженою архітектонікою пор (Straumann® BoneCeramic® та Bauers®) порівняно з іншими досліджуваними зразками (Maxresorb®, ABGraft®) у стандартизованій моделі кісткового дефекту нижньої щелепи кролика діаметром 5 мм та глибиною 3 мм. На 60-ту добу показник *bone fill* у групах Straumann® та Bauers® становив відповідно 68,5 ± 4,2 та 64,2 ± 3,9 %, тоді як у групах Maxresorb® та ABGraft® — лише 52,3 ± 3,6 та 48,7 ± 4,4 % ($p = 0,002$). Динаміка приросту *bone fill* між 30-ю та 60-ю добою була найвищою саме у групах лідерів (+26,2 та +24,5 %), що достовірно перевищувало приріст у групах порівняння (+20,8 та +19,9 %, $p = 0,038$).

Ці дані узгоджуються з більшістю сучасних експериментальних досліджень, які демонструють перевагу ксеногенних матеріалів та передових двофазних синтетичних композитів у моделях дефектів щелепи та черепа кроликів [15, 16, 19–21, 33]. Зокрема, у роботах 2020–2025 рр. ксеногенні матеріали на основі депротейнізованої бичачої кістки (DBBM) забезпечують відсоток кісткового заповнення в межах 60–85 % через 8–12 тижнів, тоді як чисті β-ТКФ або ГА/β-ТКФ-композити рідко перевищують 50–60 % без додаткових остеостимулювальних чинників [3, 20, 22, 23, 25].

Ключовим фактором переваги ксеногенних матеріалів є їхня природна мікроструктура (пористість 70–90 %, розмір пор 200–800 мкм, наявність колагенового матриксу), що сприяє адгезії остеобластів, ефективній міграції клітин та швидкому ангиогенезу [8, 15, 16, 19, 21]. У синтетичних матеріалах пористість зазвичай нижча (60–80 %), що обмежує клітинну інфільтрацію та пояснює

меншу щільність остеоцитів та васкуляризацію у наших групах Maxresorb® та ABGraft® [14–16, 23, 24].

Особливо важливо, що вітчизняний ксеногенний матеріал Bauers® продемонстрував статистичну рівноцінність імпортованому Straumann® BoneCeramic® (різниця *bone fill* лише 4,3 %, $p = 0,084$; щільність остеоцитів 53,4 ± 5,2 проти 56,7 ± 5,8 клітин/поле зору, $p > 0,05$). Це відповідає результатам порівняльних досліджень різних ксеногенних джерел, у яких статистично значущої різниці між якісно обробленими матеріалами зазвичай не виявляли [4, 22, 31, 32]. Дані підтверджують високий рівень контролю якості та достатній остеокондуктивний потенціал українського продукту, що робить його ефективним засобом імпортозаміщення [12, 13, 17].

Синтетичні матеріали Maxresorb® (β-трикальційфосфат) та ABGraft® (гідроксиапатит) забезпечили помірне заповнення (48,7–52,3 %), що повністю відповідає літературним даним для чистих β-ТКФ та ГА-матеріалів без додаткових факторів росту [14–16, 23, 24]. У деяких дослідженнях композити β-ТКФ із сульфатом кальцію (β-ТКФ/CS) демонструють дещо кращі показники (до 60–65 %) завдяки швидкій резорбції та вищій остеогенній активності на ранніх термінах [5, 32]. У нашому дослідженні відсутність комбінації з факторами росту призвела до поступового відставання синтетичних матеріалів за динамікою заповнення та васкуляризацією, що логічно пояснюється меншою пористістю та відсутністю природних остеокондуктивних сигналів [15, 23, 24, 28–30].

Важливим аспектом є те, що обрана модель дефекту (5 × 3 мм) за сучасними визначеннями не є повністю критичним кістковим дефектом (*critical size defect*, CSD) у нижній щелепі кролика. За даними W. Wang та співавт. [7] та інших досліджень, CSD у коробкоподібних моделях нижньої щелепи становить 8 × 3 × 2 мм та більше, тоді як дефекти діаметром до 6 мм зазвичай заповнюються спонтанно протягом 12 тижнів [23, 26, 27]. Це пояснює

відносно високий відсоток заповнення навіть у групах порівняння та підкреслює, що отримані результати є особливо актуальні для дефектів середнього розміру (5–10 мм), характерних для клінічної практики (посттравматичні стани, після видалення зубів, аугментація гребеня) [6, 8, 14].

Отже, експериментально доведено перевагу високопористих матеріалів-лідерів (Straumann® та Bauers®) за їхніми остеокондуктивними властивостями. Вітчизняний ксеногенний матеріал Bauers® експериментально еквівалентний імпортованому Straumann®, що підтверджує його високу якість та придатність для використання як ефективного засобу імпортозаміщення [6, 14].

Обмеження дослідження

Обмеженнями цього дослідження є відносно мала вибірка ($n = 4$ у кожній групі) та відсутність довгострокового спостереження (понад 60 діб). Подальші дослідження потребують збільшення статистичної потужності ($n \geq 8-10$ на групу) та оцінювання результатів через 90–120 діб для повного аналізу ремоделювання. Крім того, модель на кроликах не повністю відтворює умови ротової порожнини людини з високим мікробним навантаженням, що може впливати на клінічні результати [18, 33]. Також у цій роботі не оцінювали механічні властивості новоутвореної кісткової тканини та не досліджували вплив функціонального навантаження на процеси регенерації.

Практична значущість

Отримані результати обґрунтовують доцільність використання вітчизняного ксеногенного матеріалу Bauers® як повноцінної альтернативи імпортованому Straumann® BoneCeramic® під час виконання кісткової пластики щелеп. За експериментально підтвердженою клінічною ефективністю (*bone fill* $64,2 \pm 3,9\%$ на 60-ту добу, щільність остеоцитів $53,4 \pm 5,2$ клітин/поле зору, $p = 0,084$) Bauers® заощаджує 250–350 USD/г матеріалу без втрати остеокондуктивних властивостей.

За результатами дослідження рекомендовано:

- пріоритетне застосування високоефективних макропористих матеріалів (Bauers® та Straumann®) під час аугментації кісткових дефектів середнього та великого розміру (5–20 мм), зокрема у процесі хірургічної реконструкції бойових травм щелепно-лицевої ділянки;
- використання стандартних синтетичних матеріалів (Maxresorb® та ABGraft®) переважно для заповнення невеликих дефектів (до 5 мм), де критично важливими є поступова резорбція матриксу та економічна доступність.

Отримані дані можуть бути безпосередньо впроваджені у практичну діяльність щелепно-лицевих хірургів та стоматологів-хірургів, використані під час розроблення локальних клінічних протоколів, а також у навчальному процесі на циклах спеціалізації, тематичного удосконалення та підвищення кваліфікації лікарів за спеціальністю 221 «Стоматологія».

Висновки

1. У стандартизованій моделі кісткового дефекту нижньої щелепи кролика високопористі матеріали з розгалуженою архітектонікою пор (Straumann® BoneCeramic® та Bauers®) статистично достовірно перевищують стандартні синтетичні матеріали порівняння (Maxresorb® та ABGraft®) за показниками кісткового заповнення (*bone fill*) на 30-ту добу ($42,3 \pm 3,8$ та $39,7 \pm 4,1\%$ проти $31,5 \pm 3,2$ та $28,8 \pm 2,9\%$; $p = 0,003$) та 60-ту добу ($68,5 \pm 4,2$ та $64,2 \pm 3,9\%$ проти $52,3 \pm 3,6$ та $48,7 \pm 4,4\%$; $p = 0,002$).

2. Вітчизняний ксеногенний матеріал Bauers® продемонстрував статистичну рівноцінність імпортованому кістково-пластичному матриксу Straumann® BoneCeramic® за всіма ключовими параметрами регенерації (різниця *bone fill* на 60-ту добу становила лише $4,3\%$, $p = 0,084$; щільність остеоцитів та васкуляризація — $p > 0,05$), що підтверджує його високий остеокондуктивний потенціал та можливість використання як ефективного засобу імпортозаміщення.

3. Синтетичні матеріали Maxresorb® та ABGraft® забезпечили помірну регенерацію ($48,7-52,3\%$ *bone fill* на 60-ту добу) з вираженішою втратою об'єму та нижчою васкуляризацією, що робить їх придатними для заповнення переважно невеликих дефектів (до 5 мм) з пріоритетом швидкої резорбції та економічної доступності.

4. Отримані дані обґрунтовують пріоритетне застосування кістково-пластичних матеріалів із високопористою структурою під час аугментації дефектів середнього та великого розміру (5–20 мм), зокрема в умовах реконструкції бойових травм щелепно-лицевої ділянки.

5. Вітчизняні кістково-пластичні матеріали (Bauers® та ABGraft®) можуть розглядатися як економічно обґрунтована та експериментально ефективна альтернатива імпортованим аналогам за умови подальшого підтвердження отриманих результатів у репрезентативніших клінічних вибірках та під час довгострокового спостереження.

Внесок авторів:

Любченко О. В.:

<https://orcid.org/0009-0008-0368-2189>

формулювання мети роботи, розробка концепції дослідження, наукове керівництво, контроль ходу дослідження та отримання методології, остаточне затвердження статті.

Петрашко В. Я.:

<https://orcid.org/0009-0002-8326-0491>

підбір літературних джерел за темою роботи, виконання клінічних досліджень, збирання та

оброблення даних, написання тексту статті, підготовка статті до публікації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори надали згоду на публікацію тексту рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Vyryva, O. E., & Holovakha, M. L. (2020). Modern approaches to bone plastic surgery in traumatology and orthopedics. *Orthopedics, Traumatology and Prosthetics*, 4, 45–52. [Вирва, О. Є., & Головаха, М. Л. (2020). Сучасні підходи до кісткової пластики в травматології та ортопедії. *Ортопедія, травматологія і протезування*, 4, 45–52].
2. Yakovenko, L. M. et al. (2022). Peculiarities of jaw bone tissue regeneration during dental implantation. *Journal of Dentistry*, 2, 112–120. [Яковенко, Л. М. та ін. (2022). Особливості регенерації кісткової тканини щелеп при дентальній імплантації. *Вісник стоматології*, 2, 112–120].
3. Prysiazhniuk, O. et al. (2025). War-related maxillofacial injuries in Ukraine: a retrospective multicenter study. *Arc. Craniofac. Surg.*, 26(2), 51–58. DOI: <https://doi.org/10.7181/acfs.2024.0074>.
4. Fillingham, Y., & Jacobs, J. (2016). Bone grafts and their substitutes. *Bone Joint J*, 98-B(1), 6–9. DOI: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B.36350>.
5. Meara, J. G., Leather, A. J. M., Hagander, L. et al. (2015). Global Surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. *The Lancet*, 386(9993), 569–624. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60160-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60160-X).
6. Dobrovolska, O. V. (2019). Comparative characteristics of osteoplastic materials of domestic production. *Implantology. Periodontology. Osteology*, 3, 56–64. [Добровольська, О. В. (2019). Порівняльна характеристика остеопластичних матеріалів вітчизняного виробництва. *Імплантологія. Пародонтологія. Остеологія*, 3, 56–64].
7. Wang, W., & Yeung, K. W. K. (2017). Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioactive Materials*, 2(4), 224–247. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2017.05.007>.
8. Elgali, I., Omar, O., Dahlin, C., & Thomsen, P. (2017). Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur. J. Oral Sci.*, 125(5), 315–337. DOI: <https://doi.org/10.1111/eos.12364>.
9. Sheikh, Z., Sima, C., & Glogauer, M. (2015). Bone replacement materials and techniques. *Materials*, 8(6), 2953–2993. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma8062953>.
10. Chiapasco, M., & Casentini, P. (2018). Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry. *Periodontology 2000*, 77(1), 213–240. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12219>.
11. Buser, D., Chappuis, V., Bornstein, M. M., et al. (2013). Long-term stability of contour augmentation with early implant placement following single tooth extraction in the esthetic zone: a prospective, cross-sectional study in 41 patients with a 5- to 9-year follow-up. *J. Periodontol.*, 84(11), 1517–1527. DOI: <https://doi.org/10.1902/jop.2013.120635>.
12. Jensen, S. S., & Terheyden, H. (2009). Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 24, 218–236. PMID: 19885447.
13. Zhang, J., Li, S., He, H., et al. (2024). Clinical guidelines for indications, techniques, and complications of autogenous bone grafting. *Chin. Med. J.*, 137(1), 5–7. DOI: <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000002691>.
14. Dobrovolska, O.V., & Yakovenko, L.M. (2023). Domestic biomaterials for bone grafting: economic and clinical aspects. *Implantology*, 1, 34–42. [Добровольська, О. В., & Яковенко, Л. М. (2023). Вітчизняні біоматеріали для кісткової пластики: економічні та клінічні аспекти. *Імплантологія*, 1, 34–42].

15. Naini, A.Y., Kobrai, S., Jafari, A., et al. (2024). Comparing the effects of Bone+B® xenograft and InterOss® xenograft bone material on rabbit calvaria bone defect regeneration. *Clin. Exp. Dent. Res.*, 10(3), e875. DOI: <https://doi.org/10.1002/cre2.875>.
16. Amid, R., Kадkhodazadeh, M., Kheiri, A., Esfandiari, S. (2024). Comparison of the healing process of xenografts with three different sources in critical-size bone defects: An in vivo study. *J. Adv. Periodontol. Implant. Dent.*, 16(1), 22–29. DOI: <https://doi.org/10.34172/japid.2024.004>.
17. Łuczak, J. W., Palusińska, M., Matak, D., et al. (2024). The Future of Bone Repair: Emerging Technologies and Biomaterials in Bone Regeneration. *Int. J. Mol. Sci.*, 25(23), e12766. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms252312766>.
18. Bohner, M., Santoni, B.L.G., & Döbelin, N. (2020). β -tricalcium phosphate for bone substitution: Synthesis and properties. *Acta Biomaterialia*, 113, 23–41. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2020.06.022>.
19. Valencia-Llano, C.H., López-Tenorio, D., & Grande-Tovar, C.D. (2022). Biocompatibility assessment of two commercial bone xenografts by in vitro and in vivo methods. *Polymers*, 14(13), e2672. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14132672>.
20. Aleynik, D. Ya., Zhivtsov, O. P., Yudin, V. V., et al. (2024). Specifics of Porous Polymer and Xenogeneic Matrices and of Bone Tissue Regeneration Related to Their Implantation into an Experimental Rabbit Defect. *Polymers*, 16(8), e1165. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym16081165>.
21. Hesarak, S., Saba, G., & Shahrezaee, M., et al. (2024). Reinforcing β -tricalcium phosphate scaffolds for potential applications in bone tissue engineering. *Scientific Rep.*, 14, e19055. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68419-2>.
22. Wüster, J., Neckel, N., Sterzik, F., et al. (2024). Effect of synthetic hydroxyapatite-based bone grafting material compared to established bone substitute materials on regeneration of critical-size bone defects in ovine scapula. *Regenerative Biomaterials*, 11, rbae041. DOI: <https://doi.org/10.1093/rb/rbae041>.
23. Schlund, M., Depeyre, A., Ranganath, S.K., et al. (2022). Rabbit calvarial and mandibular critical-sized bone defects as an experimental model for the evaluation of craniofacial bone tissue regeneration. *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg.*, 123(6), 601–609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2021.12.001>.
24. Ranganath, S. K., Schlund, M., Delattre, J., et al. (2022). Bilateral double site (calvarial and mandibular) critical-size bone defect model in rabbits for evaluation of craniofacial bone tissue engineering constructs. *Mater. Today Bio.*, 14, 100267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2022.100267>.
25. Zühr O., Rebele, S.F., Cheung, S.L., et al. (2018). Surgery without papilla incision: tunneling flap procedures in plastic periodontal and implant surgery. *Periodontology 2000*, 77(1), 213–240. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12214>.
26. Monir, A., Mukaibo, T., Abd El-Aal, A. B. M., et al. (2021). Local administration of HMGB-1 promotes bone regeneration on the critical-sized mandibular defects in rabbits. *Scientific Rep.*, 11(1), 8930. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88195-7>.
27. Daneshi, S. S., Tayebi, L., Talaei-Khozani, T., et al. (2024). Reconstructing Critical-Sized Mandibular Defects in a Rabbit Model: Enhancing Angiogenesis and Facilitating Bone Regeneration via a Cell-Loaded 3D-Printed Hydrogel-Ceramic Scaffold Application. *ACS Biomater. Sci. Eng.*, 10(5), 3316–3330. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsbomaterials.4c00580>.
28. Dulnik, J., Jeznach, O., & Sajkiewicz, P. (2022). A Comparative Study of Three Approaches to Fibre's Surface Functionalization. *J. Funct. Biomater.*, 13(4), 272. DOI: <https://doi.org/10.3390/jfb13040272>.
29. Carlisle, P. L., Guda, T., Silliman, D. T., et al. (2019). Are critical size bone notch defects possible in the rabbit mandible? *J. Korean Assoc. Oral Maxillofac. Surg.*, 45(2), 97–107. DOI: <https://doi.org/10.5125/jkaoms.2019.45.2.97>.
30. Saulacic, N., Fujioka-Kobayashi, M., Kimura Y., et al. (2021). The effect of synthetic bone graft substitutes on bone formation in rabbit calvarial defects. *J. Mater. Sci.: Materials in Medicine*, 32(2), 15. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10856-020-06483-6>.
31. Ou, K.-L., Hou, P.-J., Huang, B.-H., et al. (2020). Bone Healing and Regeneration Potential in Rabbit Cortical Defects Using an Innovative Bioceramics Bone Graft Substitute. *Appl. Sci.*, 10(18), 6239. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10186239>.
32. Li, Z., & Li, Z.-B. (2005). Repair of mandible defect with tissue engineering bone in rabbits. *ANZ J. Surg.*, 75(11), 1017–1021. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1445-2197.2005.03586.x>.
33. Abushama, A. A., Alim, N., AlTuraiki, A. M., et al. (2025). Comparison of xenograft and allograft bone graft for oral and maxillofacial surgical preparation prior to dental implantation: A systematic review. *F1000Res.*, 14, 718. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.163924.1>.

Experimental Comparison of Reparative Processes in Mandibular Bone Defects of Rabbits Using Biological and Synthetic Graft Materials

Liubchenko O., Petrashko V.

Kharkiv National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Background. Choosing the optimal bone grafting material remains a critical issue in maxillofacial surgery, particularly given the growing need for effective import substitution. The domestic market features both conventional synthetic materials (specifically, β -TCP ceramics) and xenogenic collagen-containing matrices. Recently, Ukrainian-manufactured products, such as the Bauers® xenograft and ABGraft® synthetic hydroxyapatite, have been actively introduced into clinical practice for alveolar ridge augmentation.

Objective. This study aimed to experimentally evaluate and compare the reparative processes in mandibular bone defects of rabbits using bone graft substitutes with different structural architectures: highly porous matrices (Straumann® BoneCeramic®, Bauers®) and standard synthetic materials (Maxresorb®, ABGraft®) without the addition of autologous platelet-rich fibrin (PRF).

Materials and Methods. The study was conducted on 16 male New Zealand White rabbits (age: 6–8 months, weight: 2.5–3.0 kg), divided into four equal groups ($n = 4$). Standardized box-shaped bone defects measuring 5×3 mm were formed in the region of the mandibular angle. The outcomes were evaluated radiographically (using the bone fill index) and histomorphometrically (osteocyte density, vascularization rate) on days 30 and 60 post-surgery. Statistical analysis was performed using ANOVA followed by Scheffé's post-hoc test ($p < 0.05$).

Results. On day 60, the bone fill values were as follows: Straumann® — $68.5 \pm 4.2\%$, Bauers® — $64.2 \pm 3.9\%$, Maxresorb® — $52.3 \pm 3.6\%$, ABGraft® — $48.7 \pm 4.4\%$. The Straumann® and Bauers® groups significantly outperformed the other groups ($p = 0.002$). The domestic Bauers® material demonstrated statistical equivalence to Straumann® (a difference of only 4.3% , $p = 0.084$). Osteocyte density on day 60 (cells per field of view) was also significantly higher ($p < 0.05$) in the leading groups: Straumann® — 56.7 ± 5.8 ; Bauers® — 53.4 ± 5.2 ; Maxresorb® — 44.1 ± 4.7 ; ABGraft® — 41.8 ± 4.3 . It was established that Bauers® and Straumann® provided a more dynamic increase in bone filling within the 30–60 day interval compared to Maxresorb® and ABGraft®, indicating the high osteoconductive potential of the Ukrainian xenograft.

Conclusions. It has been experimentally proven that highly effective macroporous materials (Straumann® and Bauers®) possess a substantial advantage over Maxresorb® and ABGraft® in terms of their osteoconductive properties. The domestic Bauers® xenograft is experimentally equivalent to the imported Straumann® BoneCeramic® matrix, confirming its high quality and suitability for import substitution, while offering cost savings of 250–350 USD/g without compromising osteoplastic efficiency.

Keywords: bone regeneration, mandible, rabbits, bone grafting materials, xenogeneic matrix, hydroxyapatite, β -tricalcium phosphate, Bauers®, Straumann® BoneCeramic®, ABGraft®, Maxresorb®.

Стаття: надійшла до редакції 27.01.2026 р.;
прийнята до друку 23.03.2026 р.;
опублікована 28.05.2026 р.

Любченко Олександр Володимирович

доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри терапевтичної стоматології, ортодонції, дитячої стоматології та пародонтології Харківського національного медичного університету МОЗУ,
м. Харків, Україна

 <https://orcid.org/0009-0008-0368-2189>

Петрашко Владислав Янович

аспірант кафедри терапевтичної стоматології, ортодонції, дитячої стоматології та пародонтології Харківського національного медичного університету МОЗУ,
м. Харків, Україна

 <https://orcid.org/0009-0002-8326-0491>

*Ростислав Ступницький, Ілля-Олесь Ступницький**Київський міжнародний університет, м. Київ, Україна*

Вивчення структури щелепних кісток у клініці обстеження та хірургічної підготовки до стоматологічного лікування в експерименті

Актуальність. Вивчення структури щелепних кісток на етапі хірургічної підготовки є критично важливим для мінімізації ризиків та успішного стоматологічного лікування. У свою чергу, вивчення цієї структури на етапі обстеження та підготовки до хірургічного стоматологічного лікування в експерименті на тваринах є фундаментальним етапом для розробки нових методів імплантації, кісткової пластики та регенеративної медицини.

Мета. На основі експериментальних даних розробити комплекс профілактичних заходів щодо запобігання атрофії кісткової тканини в ділянці комірки видаленого зуба за рахунок розробки, застосування та впровадження нових методик хірургічної підготовки тканин протезного ложа з використанням аутопластичних матеріалів.

Матеріали та методи. В ході експериментальної роботи на моделі свійських свиней великої білої породи відтворюють клінічні ситуації, з якими стикаються стоматологи-хірурги: моделювання атрофії (видалення зубів з очікуванням природної резорбції кістки); створення дефектів критичного розміру (формування кісткових порожнин, які не здатні зажити самостійно без застосування остеопластичних матеріалів); кісткова пластика (заповнення дефектів аутологічною кісткою, аломатеріалами або ксенотрансплантатами). Експерименти проводяться з суворим дотриманням біоетичних норм.

Результати. Встановлено, що при використанні розробленого дентального аутоотрансплантату ревазкуляризація відбувалася інтенсивніше. Швидше та в більшій кількості утворювалися нові кровоносні судини, навколо яких формувалися елементи остеогенезу. Запропонований комплекс профілактичних заходів сповільнює процеси резорбції: вертикальна та горизонтальна втрата кістки в ділянці втручання зменшилася порівняно з групою контролю (без аугментації). Аутопластичні матеріали забезпечили оптимальну кісткову регенерацію завдяки збереженню остеогенного потенціалу та відсутності імунологічного відторгнення.

Висновки. Використання оригінальних методик аугментації з використанням дентальних аутоотрансплантатів оптимізує хірургічну підготовку тканин протезного ложа і запобігає прогресуванню поспекстракційної атрофії кісткової тканини коміркової частини щелепи.

Ключові слова: доклінічний експеримент, альвеолярний відросток, протезне ложе, хірургічна підготовка, остеопластичні матеріали, аутопластичні матеріали.

Стаття опублікована на умовах відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.uk>



Вступ

Актуальність теми зумовлена стрімким розвитком дентальної імплантології, кістково-пластичної хірургії та ортопедії, де успіх лікування безпосередньо залежить від точної оцінки архітектоніки, об'єму та регенераторного потенціалу кісткової

тканини щелеп [1, 2]. Проведення доклінічних експериментів на тваринах дозволяє детально вивчити гістологічні зміни, біомеханічну відповідь кістки та безпечність нових хірургічних протоколів, що є неможливим у первинній клінічній практиці з етичних міркувань [1].

У пацієнтів із вираженою атрофією альвеолярного відростка (внаслідок тривалої адентії або видалення радікулярних кист) виникає потреба в аугментації. Експерименти на тваринах є основою для тестування нових біодеградабельних остеопластичних матеріалів, мембран і клітинних технологій. Дослідження топографо-анатомічних змін (зокрема, близькості нижньощелепного каналу чи гайморової пазухи) знижує ризик ятрогенного пошкодження судинно-нервових пучків під час підготовки кісткового ложа [1–6].

Моделювання стоматологічних втручань на тваринах (кролики, щури, мініпіги, свині) дозволяє вивчати динаміку загоєння кісткових дефектів на клітинному та тканинному рівнях (визначення рівнів остеокальцину, лужної фосфатази, маркерів резорбції), а також дає можливість оцінити реакцію кісткової тканини на негайне або відтерміноване ортопедичне навантаження, що закладає науковий фундамент для протоколів швидкої реабілітації пацієнтів [1–3].

Мета дослідження: на основі експериментальних даних розробити комплекс профілактичних заходів щодо запобігання атрофії кісткової тканини в ділянці комірки видаленого зуба за рахунок розробки, застосування та впровадження оригінальних методик хірургічної підготовки тканин протезного ложа з використанням аутопластичних матеріалів.

Матеріали та методи дослідження

Для моделювання стоматологічних патологій та хірургічних втручань використовують різних тварин залежно від поставлених завдань:

- I. *Щури та миші:* низька вартість, швидка регенерація, підходять для початкових етапів дослідження біоматеріалів.
- II. *Кролі:* оптимальний розмір щелепи для формування критичних дефектів кістки та оцінки біосумісності.
- III. *Собаки та свині:* структура, архітектоніка та процес ремоделювання кісткової тканини найбільш наближені до людських.

Порода свійських свиней великої білої, яка була обрана для наших експериментальних досліджень, впродовж останніх десятиліть широко використовується в науці. Через подібність будови та аналогічні фізіологічні процеси тварини цієї породи слугують відмінною моделлю для вивчення системних захворювань [8], уражень слинних залоз, питань остеонекрозу та регенерації. Доведено, що складний механізм розвитку зубів і кісткової тканини у свиней, як і послідовність їх заміни, є аналогічними до людських. Авторами на молекулярному рівні доведено гомогенність

(схожість) у закладці, диференціації та розвитку нижньої щелепи, а також у процесах їх моделювання та ремоделювання.

Дослідження проведено на 9 тваринах цієї породи (фрагменти нижніх щелеп). Протокол дослідження розглянутий та затверджений комісією з біоетики ІФНМУ (протокол № 129/22 від 29.09.2022 р.). Усі експериментальні тварини були 5–6-місячного віку (що відповідає приблизно 14–15-річному віку людини) з середньою масою тіла 50–60 кг.

Тварини утримувались у віварії Національної ветеринарної академії Державного науково-дослідного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок (директор — д. вет. н., професор, академік НААН України, Заслужений діяч науки і техніки України І. Я. Коцюмбас) на основі «Угоди про наукову співпрацю» за консультацією д. вет. н. В. П. Музики. Експериментальна частина почалася після двотижневого адаптаційного періоду та обстеження тварин ветеринарним лікарем. Умови утримання: температура $22 \pm 2^\circ\text{C}$, відносна вологість $\sim 60\%$, звичайна дієта та вільний доступ до води (*ad libitum*).

Перед хірургічним втручанням виконували комплексне обстеження. Тварини були поділені на 3 піддослідні групи (по 3 тварини в кожній) відповідно до остеопластичного матеріалу, яким заповнювали утворений кістковий дефект з одного боку щелепи:

- **Група 1:** Bio-Oss® (Швейцарія) — кістковий мінерал природного походження, отриманий з бичої кістки;
- **Група 2:** Easy-Graft™ (Швейцарія) — матеріал на основі бета-трикальційфосфату;
- **Група 3:** кістково-пластичний матеріал, виготовлений на основі подрібненого власного (видаленого) зуба тварини.

Контролем слугували дефекти з протилежного боку щелепи, де загоєння проходило природним шляхом під кров'яним згустком без аугментації. У кожної тварини об'єктом втручання була ліва денто-коміркова частина жувальних зубів нижньої щелепи, де проводили видалення одного зуба.

Хірургічний протокол та етапи втручання

Оперативні втручання виконували під загальним знеболенням після премедикації (*Sol. Atropini 0,1 %* — 1,0 мл та *Sol. Dexamethasoni 2 мг в/м*, через 10 хвилин — внутрішньом'язово ксилазин 2 % 1–3 мг/кг у комбінації з 5 % розчином кетаміну гідрохлориду до 5 мг/кг та буторфанолу тартрату 0,1–0,2 мг/кг). Маніпуляції проводили



Рис. 1. Вертикальний розріз коміркової частини



Рис. 2. Сформований та відшарований слизово-окісний клапоть, скелетована денто-коміркова частина нижньої щелепи



Рис. 3. Видалення зуба (створення кісткового дефекту коміркової частини).

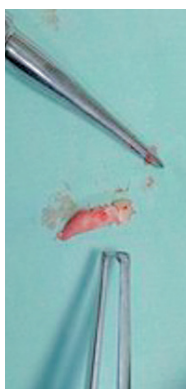


Рис. 4. Видалення органічного матеріалу з поверхні кореневої і коронкової частин зуба



Рис. 5. Виготовлення аутотрансплантату з видаленого зуба за допомогою подрібнення

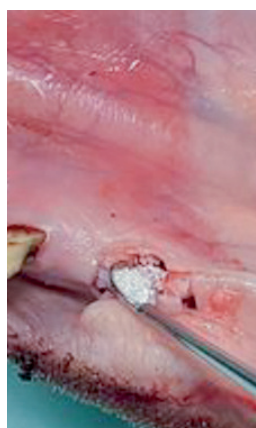
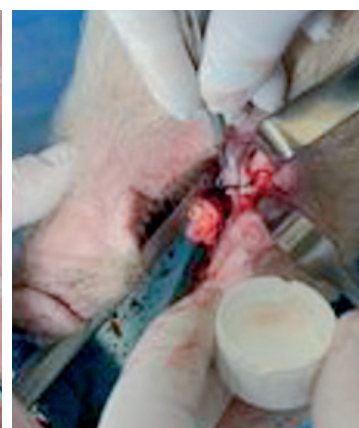


Рис. 6. Виповнення комірки видаленого зуба виготовленим дентальним аутотрансплантатом



за протоколом аналогічних операцій у людини з суворим дотриманням асептики, антисептики та біоетичних принципів 3Rs.

Послідовність хірургічних етапів відображено на схемах фіксації (рис. 1–8).

Клінічний догляд за раною та загальним станом тварин здійснювали щоденно протягом перших 5 днів, надалі — раз на 3–5 днів до трьох тижнів. Виведення тварин з експерименту здійснювали через 30, 60, 90 та 180 днів шляхом пе-

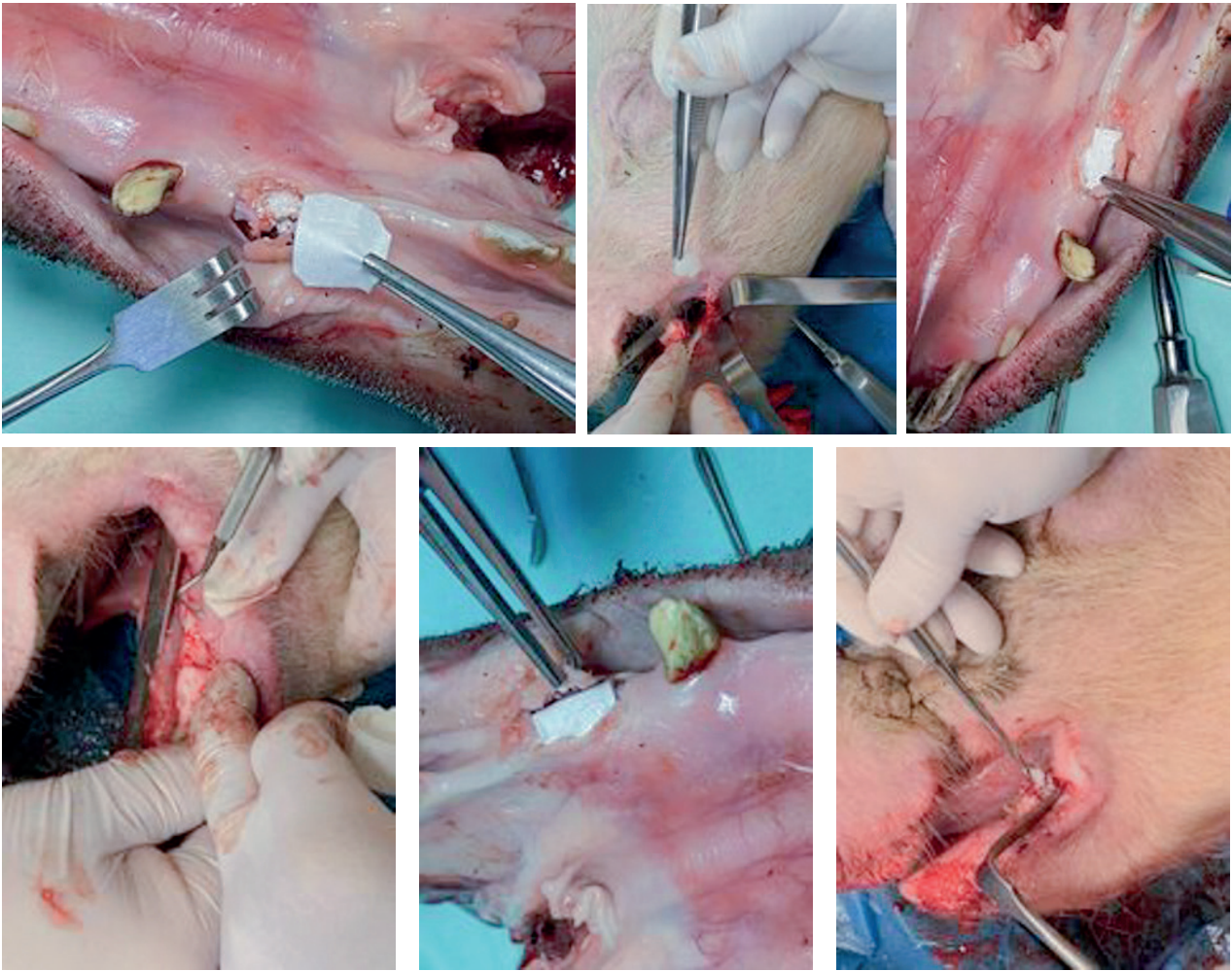


Рис. 7. Встановлення двошарової колагенової мембрани фірми Geistlich Bio-Gide (Швейцарія) для ізоляції матеріалу

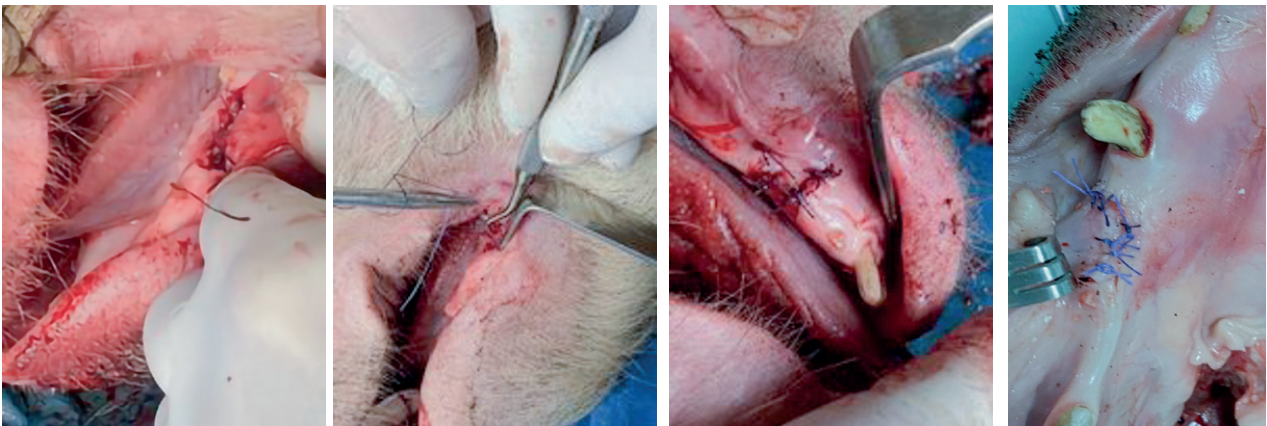


Рис. 8. Післяопераційна рана з накладеними швами

редозування 1% пропופолу внутрішньовенно у краніальну вушну вену. Після цього вилучали нижню щелепу для подальших рентгенологічних та морфологічних досліджень.

Результати та обговорення

Метою цього фрагменту дослідження було вивчення динаміки морфологічної перебудови та судинного русла в ділянці дефекту після видалення зуба за умови використання розробленого дентального аутотрансплантату (Група 3). Забір

матеріалу для аналізу проводили на 30-ту, 60-ту та 90-ту добу.

Встановлено, що використання подрібненого власного зуба забезпечує значно інтенсивнішу реваскуляризацію порівняно з іншими групами. Динаміку зміни діаметра судинного русла в ділянці аугментації наведено в таблиці 1.

До 60-ї та 90-ї доби експерименту відбувся чіткий перерозподіл судинного русла: найбільшу частку на піку регенерації становили судини калібром 15–20 мкм та 20–25 мкм. Інтенсивне

Таблиця 1.

Спостереження

Термін спостереження	Судини калібром 10–15 та 25–30 мкм	Судини калібром 15–20 мкм	Судини калібром 20–25 мкм
30-та доба	Фіксується первинне зростання кількості	Збільшення частки до $40,87 \pm 3,23$ %	Активна перебудова русла
60-та доба	Стабільна присутність у тканинах	Досягнення піку: $44,19 \pm 3,09$ %	Частка становила $37,53 \pm 2,53$ %
90-та доба	Перерозподіл у бік зрілих судин	Зменшення частки до $20,93 \pm 2,53$ %	Частка становила $29,04 \pm 2,38$ %

утворення нових мікросудин безпосередньо стимулювало навколо судинних стінок формування елементів остеогенезу.

Завдяки використанню аутологічних трансплантатів вдалося звести до мінімуму термічну та механічну травматизацію кістки під час операції, що забезпечило надійну первинну стабільність об'єму комірки. Експериментальні дані підтвердили, що запропонований комплекс профілактичних заходів ефективно сповільнює резорбцію кістки: показники вертикальної та горизонтальної втра-ти тканин в ділянці втручання були достовірно меншими, ніж у контрольній групі, де лунки гоїлися без аугментації під кров'яним згустком. Крім того, дентальний аутоматеріал продемонстрував високу біосумісність — збережений остеогенний потенціал дозволив отримати швидку та оптимальну регенерацію за повної відсутності ознак імунологічного відторгнення.

Висновки

1. Вивчення структури щелепних кісток у тріаді «експеримент — діагностика — хірургічний протокол» дозволяє успішно перенести фундаментальні біологічні знання у практичну охорону здоров'я. Це мінімізує відсоток відторгнення імплантатів, оптимізує строки регенерації та забезпечує прогнозований довгостроковий результат стоматологічної реабілітації пацієнтів.

2. Встановлено, що при використанні розробленого дентального аутоотрансплантату з подрібненого зуба реваскуляризація в ділянці дефекту відбувається значно інтенсивніше: прискорене утворення нових кровоносних судин (із перерозподілом судин калібром 15–20 мкм та 20–25 мкм на 60-ту добу) активно запускає та підтримує навколо них процеси остеогенезу.

3. Застосування та впровадження оригінальних методик аугментації із використанням аутопластичних матеріалів дозволяє оптимізувати хірургічну підготовку тканин протезного ложа та надійно запобігає прогресуванню поспекстракційної атрофії кісткової тканини коміркової частини щелепи.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

- Chelpanova, I. V. (2022). Dynamics of structural changes in the bone tissue of the jaw after a bone-destructive trauma. *Morphologia*, 16(3), 127–32. [Челпанова Ш. В. (2022). Динаміка структурних змін у кістковій тканині щелепи після нанесення кісткоруйнувчої травми. *Морфологія*, 16(3), 127–32. DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2022.3.127-132>. [in Ukrainian].
- Filonenko, V. (2023). Determination of density of bone structures of the maxillo-facial region in clinical practice. *Experimental and Clinical Medicine*, 92(3), 26–34. [Філоненко, В. (2023). Визначення щільності кісткових структур щелепно-лицевої ділянки в клінічній практиці. *Експериментальна і клінічна медицина*, 92(3), 26–34]. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.3> [in Ukrainian].

3. Kharkov, L. V., Yakovenko, L. M., & Chekhova, I. L. (2003). *Pediatric oral and maxillofacial surgery*. Textbook. Knyha-plus. [Харьков Л. В., Яковенко Л. М., Чехова І. Л. (2003). *Хірургічна стоматологія та щелепно-лицева хірургія дитячого віку*. Книга-плюс]. ISBN 966-7619-36-2
4. Bambuliak, A. V. (2023). *Justification of the effectiveness of surgical treatment of jaw bone defects using cellular technologies*. (Doctoral dissertation), Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine. [Бамбуляк А. В. (2023). *Обґрунтування ефективності хірургічного лікування дефектів кісткової тканини щелеп із застосуванням клітинних технологій*. (дис. доктора мед. наук : 221 «Стоматологія»). Буковинський державний медичний університет. Чернівці].
5. Kohut, V. L. (2023). *Optimization of the method of jaw osteoplasty in atrophy of the alveolar process and part of the mandible using bioresorbable mesh membranes based on polylactic acid*. (Doctoral dissertation), Ivano-Frankivsk National Medical University, Ivano-Frankivsk, Ukraine. [Корут В. Л. (2023). *Оптимізація методики остеопластики щелеп при атрофії коміркового відростка та частини нижньої щелепи з використанням біорезорбуючих сітчастих мембран на основі полімолочної кислоти*. (дис. доктора мед. наук : 221 «Стоматологія») Івано-Франківський національний медичний університет. Івано-Франківськ]. URL: <https://dspace.ifnmu.edu.ua/handle/123456789/1624>.
6. Liubchenko, O. V., Petrashko, V. Ya. (2026). Modern approaches to jaw bone regeneration: the role of bone-plastic materials and platelet-rich plasma. *Ukrainian medical journal*, 2(164). [Любченко О. В., Петрашко В. Я. (2026). Сучасні підходи до регенерації кісткової тканини щелеп: роль кістково-пластичних матеріалів і плазми крові, збагаченої тромбоцитами. *Український медичний часопис*, 2(164).] DOI: <https://doi.org/10.32471/umj.1680-3051.275307>.
7. Solodzhuk, Yu. I., Rozhko, M. M., Denysenko, O. H., Boychuk, O. H., & Boychuk-Tovsta, O. H. (2018). In atrophy of the alveolar process of the upper jaw and part of the lower jaw (literature review). *Art of Medicine*, 2(1), 96–102. Солоджук Ю. І., Рожко М. М., Денисенко О. Г. та ін. (2018). Використання остеопластичних матеріалів тваринного походження при атрофії коміркового відростка верхньої щелепи та частини нижньої щелепи (огляд літератури). *Art of Medicine*, 2(1), 96–102. DOI: <https://doi.org/10.21802/scientificandpracticaljournal.v2i1.194> [in Ukrainian].
8. Krupnyk, A.-S. A. (2016). *Evaluation of qualitative and quantitative parameters of bone tissue of alveolar processes in areas of adentia in adolescents*. Proceedings of the Scientific and Practical Conference. Lviv School of Orthopedic Dentistry: Traditions, Achievements and Prospects (pp. 39–40). Lviv, Ukraine. [Крупник А.-С. А. (2016). *Оцінка якісних та кількісних параметрів кісткової тканини альвеолярних відростків в ділянках адентії у підлітків*. Матеріали науково-практичної конференції. Львівська школа ортопедичної стоматології: традиції, здобутки та перспективи; Львів, с. 39–40].

Study of Jaw Bone Structure in Clinical Examination and Surgical Preparation for Dental Treatment: An Experimental Approach

Stupnytsky R., Stupnytskyi I.-O.

Kyiv International University, Kyiv, Ukraine

Background. Studying the structure of the jaw bones during the surgical preparation phase is critical for minimizing risks and ensuring successful dental treatment. In turn, examining this structure during the assessment and preparation stages for surgical dental treatment in animal models represents a fundamental milestone for developing novel methods of implantation, bone grafting, and regenerative medicine.

Objective. Based on experimental data, to develop a comprehensive set of preventive measures to avoid bone tissue atrophy within the extracted tooth socket by designing, applying, and implementing new techniques for the surgical preparation of the prosthetic bed tissues using autoplasmic materials.

Materials and Methods. During the experimental study on a domestic Large White pig model, clinical scenarios routinely faced by oral surgeons were replicated: modeling atrophy (tooth extraction followed by waiting for natural bone resorption); creating critical-size defects (forming bone cavities incapable of self-healing without the application of osteoplastic materials); and bone grafting (filling the defects with autologous bone, allomaterials, or xenografts). The experiments were conducted in strict compliance with bioethical norms.

Results. It was established that revascularization occurred more intensively when utilizing the developed dental autograft. New blood vessels formed faster and in greater numbers, with osteogenesis elements developing around them. The proposed complex of preventive measures slows down resorption processes: vertical and horizontal bone loss in the surgical intervention area decreased compared to the control group (without augmentation). Autoplasmic materials provided optimal bone regeneration due to the preservation of osteogenic potential and the absence of immunological rejection.

Conclusions. The application of original augmentation techniques involving dental autografts optimizes the surgical preparation of prosthetic bed tissues and prevents the progression of post-extraction bone tissue atrophy of the alveolar part of the jaw.

Keywords: *preclinical experiment, alveolar process, prosthetic bed, surgical preparation, osteoplastic materials, autoplasic materials.*

Стаття: надійшла до редакції 6.02.2026 р.;
прийнята до друку 14.04.2026 р.;
опублікована 30.05.2026 р.

Ступницький Ростислав Миколайович

доктор медичних наук, професор,
проректор з навчально-наукової роботи
та інноваційного розвитку медицини
Київського міжнародного університету,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0007-7004-1050>

Ступницький Ілля-Олесь Ростиславович

доцент кафедри хірургічної,
ортопедичної стоматології та ортодонції
Київського міжнародного університету,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0002-7937-4808>

Ірина Воловик, Тетяна Ватанха

*Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна*

Національні та міжнародні стандарти якості вищої медичної освіти: інтеграція України до європейського освітнього простору

Актуальність. Досягнення високої якості вищої медичної освіти є особливо актуальним питанням в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів України та трансформації національної системи освіти й охорони здоров'я. Врахування стану української системи охорони здоров'я і освіти, що переживають кризовий період через тривалий вплив бойових дій, вимушені демографічні зміни, кадровий дефіцит та сповільнення впровадження інноваційних технологій, є важливим для їх розуміння як елементів національної безпеки та переорієнтації для забезпечення здатності держави реагувати на надзвичайні ситуації та забезпечувати якість і безперервність як медичної допомоги, так і освітнього процесу.

Метою написання наукової статті є комплексний аналіз національних і міжнародних стандартів якості вищої медичної освіти з позицій інтеграції України до європейського освітнього простору.

Матеріали і методи. В процесі роботи було використано систематизацію офіційних звітів та документів, щодо національних і європейських стандартів якості медичної освіти.

Результати. Отримані результати проведеного теоретичного дослідження вказують на те, що європейська модель якості вищої медичної освіти має чітко структурований і розвитковий характер. Порівняльний аналіз засвідчив, що національна система стандартів якості вищої медичної освіти України загалом відповідає базовим принципам ЕНЕА, проте характеризується переважанням процедурно-нормативного підходу до оцінювання якості. Однак лише гармонізації нормативних актів недостатньо для повної інтеграції України до ЕНЕА. Особлива увага приділяється важливості постійного професійного розвитку, який розглядається як невід'ємний компонент освітнього континууму в європейській моделі високоякісної медичної освіти. Одним із ключових висновків дослідження є обґрунтування необхідності сприяння цифровізації та креативним методам навчання, зокрема для гарантування розвитку симуляційного навчання, застосування стандартизованих оцінювань клінічної компетентності, електронних навчальних платформ та технологій телемедицини.

Висновки. Інтеграція України до освітнього простору ЄС у сфері вищої медичної освіти має позиціонуватися як комплексна трансформація української освітньої політики, інституційних практик і професійної культури. Задля забезпечення такого розвитку важливим є системне поєднання національних пріоритетів у сфері охорони здоров'я з європейськими стандартами якості і, крім того, посилення інституційної спроможності ЗВО медичного спрямування, а також забезпечення країні місця на європейських освітніх і наукових заходах. Також варто відзначити ефективність створення персоналізованих навчальних планів у межах студентоорієнтованого навчання, що у довгостроковій перспективі дозволить забезпечити вищу якість підготовки медичних фахівців.

Ключові слова: *якість медичної освіти; стандарти вищої медичної освіти; European Higher Education Area; інтеграція; охорона здоров'я; акредитація; рамка кваліфікацій; медична освіта, орієнтована на результати; безперервний професійний розвиток.*

Актуальність

Забезпечення якості вищої медичної освіти набуває особливої актуальності в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів України та трансформації національної системи охорони здоров'я. У European Higher Education Area (EHEA) якість освіти розглядається як системотворчий чинник конкурентоспроможності освітніх систем, професійної мобільності випускників і довіри суспільства до результатів підготовки фахівців, особливо в сфері регульованих професій, до яких належить медицина [16]. В умовах зростаючих викликів для систем охорони здоров'я — пандемії, демографічних змін, воєнних конфліктів і кадрового дефіциту — питання узгодженості національних стандартів медичної освіти з міжнародними вимогами набуває стратегічного значення.

Глобальні тенденції стандартизації медичної освіти у межах EHEA формуються під впливом Болонського процесу, розвитку рамок кваліфікацій та уніфікації підходів до забезпечення якості [16]. Ключову роль в цьому контексті відіграють European Standards and Guidelines (ESG) [15], які визначають спільні принципи внутрішнього й зовнішнього забезпечення якості а також прозорі процедури акредитації освітніх програм. Для медичної освіти ці процеси додатково посилюються вимогами професійного регулювання та міжнародного визнання дипломів, що зумовлює необхідність спеціалізованих стандартів і галузевих механізмів контролю якості.

Тому особливого значення набувають стандарти World Federation for Medical Education (WFME), які визнані базовим орієнтиром для акредитації програм базової, післядипломної та безперервної медичної освіти. Як зазначається у звітах WFME щодо акредитації в EHEA, гармонізація національних систем якості з ESG та стандартами WFME є передумовою академічної й професійної мобільності лікарів, а також взаємного визнання кваліфікацій у межах Європи [13]. Тобто, стандартизація медичної освіти в EHEA поєднує загальноєвропейські підходи до забезпечення якості з галузевою специфікою підготовки медичних фахівців.

Важливою частиною цього процесу є участь різних стейкхолдерів, зокрема студентських спільнот. European Medical Students' Association (EMSA) — це європейська мережа, що представляє інтереси студентів-медиків, сприяє обміну досвідом у сфері медичної освіти та бере участь у формуванні політики якості в вищій освіті. EMSA об'єднує понад 130 медичних факультетів із понад 30 країн Європи та прагне посилити роль студентів у вдосконаленні медичної освіти, забезпеченні

її відповідності європейським стандартам та розвитку ключових компетентностей [13].

Для України питання інтеграції національної системи забезпечення якості вищої медичної освіти до європейського освітнього простору набуло особливої гостроти в умовах повномасштабної війни та одночасного впровадження реформ системи охорони здоров'я. Наслідки тривалих бойових дій та запровадження режиму воєнного стану мали вплив на функціонування медичних закладів, освітню інфраструктуру та кадровий потенціал галузі. Це актуалізувало потребу в висококваліфікованих, мобільних і стресостійких медичних кадрах. Звіти міжнародних організацій, зокрема World Health Organization [36], підкреслюють виняткову роль українських медичних працівників у забезпеченні стійкості системи охорони здоров'я в кризових умовах та необхідність інституційної підтримки їх підготовки й професійного розвитку.

Тож, наразі Україна переживає структурні зміни у галузі охорони здоров'я, спрямовані на підвищення ефективності, фінансової стійкості та орієнтованості на пацієнта, одночасно долаючи виклики воєнного часу. Згідно зі спільними звітами ООН та Світового банку [37] та аналітичними матеріалами Національного інституту стратегічних досліджень [26], ефективність реформ та якість підготовки медичного персоналу тісно пов'язані. Здатність держави реагувати на кризи та підтримувати медичну допомогу безпосередньо залежить від вищої медичної освіти, яка в цьому контексті розглядається насамперед як освітній процес, але також як складова національної безпеки.

Окремого значення набуває питання нормативно-правового забезпечення якості вищої освіти в Україні. Закон України «Про вищу освіту» [34], Розпорядження «Про схвалення Стратегії розвитку медичної освіти в Україні» [28] та підзаконні акти у сфері акредитації освітніх програм закладають формальні механізми забезпечення якості, однак їх практична імплементація в медичній освіті потребує узгодження з європейськими стандартами ESG і вимогами WFME. Це зумовлює необхідність переосмислення ролі акредитації, результатів навчання, клінічної практики та систем внутрішнього забезпечення якості в медичних ЗВО.

У стратегічних документах розвитку системи охорони здоров'я України до 2030 року [23] якість медичної освіти визначається як ключова умова стійкості галузі, зниження кадрового дефіциту та інтеграції до європейського ринку праці. Водночас дослідження вітчизняних науковців [20, 27, 31] засвідчують наявність розриву між задекларо-

Таблиця 1.

Підходи до оцінювання якості вищої медичної освіти

Підхід	Сутність	Об'єкт оцінювання	Інструменти
Інституційний підхід [1–4; 7; 19; 30; 35]	Якість як характеристика освітньої системи й управлінських процесів	Освітні програми, інституції, внутрішні системи Quality Assurance (QA)	Акредитація, самооцінювання, зовнішнє рецензування, Continuous Quality Improvement (CQI)
Компетентнісний підхід (CBME) [6; 29]	Якість як рівень сформованості професійних компетентностей	Професійна готовність випускника	Competency frameworks, milestones, workplace-based assessment
Outcomes-based підхід (OBE) [5; 21; 22]	Якість як досягнення вимірюваних результатів навчання	Learning outcomes, clinical performance	Outcome mapping, aligned assessment, Objective Structured Clinical Examination (OSCE)

Джерело: укладено авторами на основі [1–7; 19; 21; 22; 29; 30; 35].

ваними стандартами та реальними практиками їх упровадження, що посилює потребу в науковому аналізі процесів гармонізації національних і міжнародних підходів до забезпечення якості медичної освіти.

З огляду на зазначене, метою нашої роботи став комплексний аналіз національних і міжнародних стандартів якості вищої медичної освіти з позицій інтеграції України до європейського освітнього простору. Таке дослідження дозволяє оцінити ступінь відповідності української системи вимогам ENEA, ESG та WFME, а також окреслити інституційні, нормативні та організаційні передумови підвищення якості підготовки медичних фахівців в умовах глибоких соціально-економічних трансформацій.

Матеріал та методи дослідження

У процесі дослідження використано такі методи:

- 1) теоретико-концептуальний аналіз наукової літератури для систематизації наявних підходів до поняття «якість вищої медичної освіти»;
- 2) систематизація офіційних звітів та документів щодо національних і європейських стандартів якості медичної освіти;
- 3) синтез наукової літератури та офіційних документів для окреслення сучасних викликів та перспективних напрямів гармонізації національних і міжнародних стандартів якості медичної освіти;
- 4) узагальнення для формування рекомендацій щодо вдосконалення інтеграції України до європейського освітнього простору і, як наслідок, встановлення кращих стандартів якості вищої медичної освіти й забезпечення безперервності медичної допомоги.

Результати дослідження

У сучасних дослідженнях якості вищої медичної освіти простежується еволюція від формально-

інституційних моделей оцінювання до складніших, орієнтованих на результати навчання й професійну діяльність випускників (табл. 1). У науковому дискурсі відзначається, що жоден підхід не є самодостатнім. Тобто забезпечення якості медичної освіти формується на перетині інституційних механізмів управління, компетентнісних моделей підготовки та outcomes-based логіки оцінювання освітніх результатів.

Вищезазначені підходи в сукупності формують багаторівневу модель оцінювання якості, у якій інституційні механізми створюють умови, компетентнісні рамки — зміст, а outcomes-based оцінювання — інструмент перевірки досягнення цілей медичної освіти.

Крім того, у сучасній науковій літературі безперервний професійний розвиток (CPD) розглядається як продовження освітнього континууму, що поєднує базову, післядипломну й практичну підготовку лікарів. Дослідження доводять, що ефективні системи CPD сприяють не лише оновленню знань, але й поліпшенню клінічної практики та результатів лікування пацієнтів [6; 29]. Проте ефективність CPD залежить від його інтеграції до систем оцінювання якості, а не від формального обліку навчальних годин.

Також постає питання студентоорієнтованого навчання, що є основоположним в організації навчальної діяльності закладів вищої освіти Європи і висвітлене в багатьох підсумкових документах міністерських конференцій ЕНЕА.

У сучасному науковому дискурсі студентоцентризм розуміється як акумуляція та концентрація зусиль, зосереджених більшою мірою на потребах студента, і базується на врахуванні індивідуальних якостей здобувачів освіти та їхньої здатності до формування індивідуальних освітніх траєкторій. Суть студентоцентризму полягає у створенні моделі розвитку освіти, за якої здобувач освіти з об'єкта перетворюється на суб'єкт освітньої діяльності,

Таблиця 2.

Порівняльний аналіз національних і європейських стандартів якості медичної освіти

Критерії якості	Європейські стандарти	Національні стандарти України
Загальні стандарти забезпечення якості в вищій освіті	Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG 2015), ENQA, ESU, EUA, EURASHE	Закон України «Про вищу освіту» (2014)
Принципи внутрішнього та зовнішнього QA	Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG 2015)	Положення про акредитацію освітніх програм, наказ МОН №977 (2019)
Рамка кваліфікацій і рівні вищої освіти	Qualifications Framework of the EHEA (Paris Communiqué, Appendix III, 2018)	Постанова КМУ №1341 «Про затвердження Національної рамки кваліфікацій» (2011)
Європейська рамка кваліфікацій	Council Recommendation on the European Qualifications Framework for Lifelong Learning (2017/C 189/03)	Постанова КМУ №1341 «Про затвердження National Qualifications Framework» (2011)
Медицина як регульована професія	Directive 2005/36/EC on the recognition of professional qualifications (consolidated version)	Закон України «Про вищу освіту» (2014)
Галузеві стандарти базової медичної освіти (BME)	WFME Global Standards for Quality Improvement: Basic Medical Education (2020)	Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 222 «Медицина» (магістр), наказ МОН №1197 (2021)
Галузеві стандарти післядипломної медичної освіти (PGME)	WFME Global Standards for Quality Improvement: Postgraduate Medical Education (2023)	Положення про інтернатуру, наказ МОЗ №1254 (2021)
Безперервний професійний розвиток (CPD)	WFME Global Standards for Continuing Professional Development (2024)	Нормативні акти МОЗ щодо безперервного професійного розвитку медичних працівників (чинна редакція)
Зовнішня стандартизована оцінка результатів навчання	Directive 2005/36/EC (мінімальні вимоги до підготовки лікарів)	Постанова КМУ №334 «Про затвердження Порядку здійснення ЄДКІ» (2018)
Ліцензування освітньої діяльності	Standards and Guidelines for Quality Assurance in the EHEA (ESG 2015)	Постанова КМУ №1187 «Ліцензійні умови провадження освітньої діяльності» (2015)
Акредитація освітніх програм	Standards and Guidelines for Quality Assurance in the EHEA (ESG 2015)	Наказ МОН №977 «Положення про акредитацію освітніх програм» (2019)
Стандарти вищої освіти для інших медичних спеціальностей	WFME Global Standards (BME/PGME)	Стандарт вищої освіти України за спеціальністю 221 «Стоматологія» (магістр), наказ МОН №879 (2019); Стандарт ВО 223 «Медсестринство» (магістр), наказ МОН №589 (2022)

тобто на активного учасника освітнього процесу. Тому саме такий підхід може забезпечити якісну реалізацію особистісного потенціалу кожного здобувача через індивідуальний навчальний план, зокрема через індивідуальний вибір здобувачами навчальних дисциплін, курсів й освітніх програм, шляхом залучення до наукової роботи, розвитку духовного потенціалу й фахової підготовки [33].

Медична освіта принципово відрізняється від інших галузей вищої освіти тим, що вона функціонує у межах регульованої професійної діяльності, де доступ до професії обмежується нормативно-правовими вимогами. У Європейському Союзі (ЄС) медицина належить до секторних професій, для яких діють спеціальні правила підготовки та взаємного визнання кваліфікацій відповідно до Директиви Європейського Союзу 2005/36/EC [14]. Це означає, що якість медичної освіти має

(крім академічного) правовий вимір, адже освітні стандарти безпосередньо пов'язані з правом на професійну діяльність, мобільністю лікарів та безпекою пацієнтів. В цьому контексті особливу роль відіграють саме галузеві стандарти WFME, які узгоджуються із загальноєвропейськими принципами забезпечення якості, сформульованими в ESG.

Система забезпечення якості вищої медичної освіти в країнах-членах ЄС й Україні формується на основі чітко визначених нормативно-правових актів і стандартів, які регламентують загальні підходи до якості вищої освіти та галузево-специфічні вимоги до підготовки медичних фахівців. Результати порівняльного аналізу національних і європейських стандартів якості медичної освіти наведено у табл. 2.

Порівняльний аналіз конкретних нормативних документів свідчить, що європейська систе-

Таблиця 3.

**Виклики та перспективи гармонізації
національних і міжнародних стандартів якості медичної освіти**

Категорії гармонізації	Виклики	Перспективи
Зовнішнє забезпечення якості та міжнародна акредитація [25]	Необхідність сумісності національних процедур акредитації з міжнародними підходами в медичній освіті	Пілотні моделі «спільної/паралельної» акредитації медичних програм для визнання за кордоном
Визнання та порівнюваність кваліфікацій [12; 17]	Потреба постійного узгодження національних рамок/практик з ЕНЕА-вимогами	Посилення довіри через загальні рамки кваліфікацій і політики ЕНЕА
Академічна мобільність [11]	Обмеження мобільності через безпекові умови та інституційні навантаження	Розширення мобільності через інструменти Erasmus+ та digital/blended формати
Участь у європейських освітніх й дослідницьких проєктах [8]	Ресурсні обмеження, потреба в підтримці інституційної спроможності	Повноцінна участь у Horizon Europe як інструмент розвитку досліджень і освіти
Outcomes-based education та стандартизоване оцінювання практичних навичок (OSCE) [24; 32; 38]	Нерівність інфраструктури (симуляційні центри, стандартизовані пацієнти), потреба в підготовці екзаменаторів	Масштабування симуляційного навчання/OSCE, міжнародна верифікація якості симуляційних центрів
Цифровізація якості навчання [9; 10]	Забезпечення якості дистанційного/змішаного навчання, цифрової безпеки та доступу	Узгодження з європейськими підходами до «якісного цифрового навчання»

Джерело: укладено авторами на основі [8-12; 17; 24; 25; 32; 38].

ма стандартів якості вищої медичної освіти має чітко структуровану багаторівневу архітектуру, що поєднує загальноосвітні стандарти забезпечення якості (ESG), рамки кваліфікацій (QF-ЕНЕА, EQF), правове регулювання доступу до професії (Directive 2005/36/EC) та галузеві стандарти World Federation for Medical Education для всіх етапів підготовки лікаря.

В Україні система стандартів якості медичної освіти представлена сукупністю законодавчих актів, підзаконних нормативних документів та стандартів вищої освіти за конкретними спеціальностями галузі знань 22 «Охорона здоров'я» (шифр I «Охорона здоров'я та соціальне забезпечення», відповідно до Постанови КМУ № 1021 від 30 серпня 2024 року). Водночас порівняння показує, що імплементація міжнародних галузевих стандартів WFME та outcomes-based логіки ЕНЕА має фрагментарний характер й потребує подальшої нормативної та інституційної гармонізації.

Україна є повноцінним учасником Болонського процесу та Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) з 2005 року, що визначає рамкові зобов'язання щодо прозорості кваліфікацій, системи забезпечення якості та академічної мобільності. У 2024 році Європейська комісія / Eurydice опублікували «Bologna Process Implementation Report», який фіксує актуальні політичні зобов'язання країн ЕНЕА та прогрес щодо їх реалізації, включно з підходами до забезпечення якості, визнання кваліфікацій та мобільності [20]. Для України ці зобов'язання набувають додаткового змісту в умовах воєнного стану та реформ у вищій освіті: Eurydice окремо підкреслює спрямованість

реформ 2022–2024 років на підвищення якості освітніх послуг та інтеграцію в ЕНЕА з урахуванням викликів воєнного часу [18].

У сфері медичної освіти інтеграція до ЕНЕА означає гармонізацію стандартів якості з європейськими принципами зовнішнього/внутрішнього забезпечення якості, outcomes-based логікою результатів навчання та міжнародними рамками акредитації. Це посилюється тим, що медицина в ЄС належить до регульованих професій, а питання взаємного визнання кваліфікацій пов'язане з вимогами права ЄС (зокрема, нормами про регульовані професії та їх визнання). Зважаючи на це, важливо окреслити можливості гармонізації національних і міжнародних стандартів якості медичної освіти, що наведені в табл. 3.

Узгодження національних і міжнародних стандартів якості в медичній освіті є багатовимірним процесом, де прикладними «точками входу» виступають інструменти, що вже мають інституційну рамку, зокрема: (1) паралельна/спільна акредитація медичних програм (NAQA-IAAR) [25]; (2) розширення участі в Erasmus+ та Horizon Europe [8; 11]; (3) розвиток симуляційного навчання та стандартизованих оцінювань практичних компетентностей [32].

Висновки

Згідно з проведеним дослідженням, забезпечення якості вищої медичної освіти в контексті європейської інтеграції України є багатограним і складним процесом, який формується взаємодією галузевих вимог до підготовки медичних фахівців, національної нормативно-правової бази та

загальноєвропейських стандартів забезпечення якості.

Встановлено, що входження України до європейської системи вищої медичної освіти — це багатовекторна трансформація, яка передбачає глибинні зміни в інституційних процедурах, професійній культурі й освітній політиці, а не лише формальне запозичення стандартів. Систематичне поєднання національних пріоритетів охорони здоров'я з європейськими стандартами якості, зміцнення інституційного потенціалу закладів вищої медичної освіти та розширення участі України в європейських освітніх і наукових мережах мають слугувати основою для подальшого розвитку цієї інтеграції. Крім того, індивідуальний підхід до кожного здобувача медичної освіти завдяки створенню персоналізованих навчальних планів у межах студентоорієнтованого навчання на довгострокову перспективу може забезпечити вищу якість підготовки медичних фахівців.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з визначенням ефективності застосування міжнародних стандартів у конкретних програмах медичної освіти й оцінюванням їхнього впливу на якість підготовки лікарів і результати медичної практики.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію

Автори ознайомлені з результатами і схвалили остаточний варіант рукопису.

Використання штучного інтелекту

Автори стверджують, що під час написання статті штучний інтелект не використовувався.

ЛІТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Akdemir, N., Peterson, L. N., Campbell, C. M., et al. (2020). Evaluation of continuous quality improvement in accreditation for medical education. *BMC Medical Education*, 20(1), 308. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02124-2>.
2. Amaral, E., & Norcini, J. (2023). Quality assurance in health professions education: Role of accreditation and licensure. *Medical Education*, 57(1), 40–48. DOI: <https://doi.org/10.1111/medu.14880>.
3. Arja, S. B., White, B. A., Fayyaz, J., & Thompson, A. (2024). The impact of accreditation on continuous quality improvement processes in undergraduate medical education programs: A scoping review. *Med Ed Publish*, 14, 13. DOI: <https://doi.org/10.12688/mep.20142.2>.
4. Benbassat, J., Bauml, R., & Cohen, R. (2022). Quality assurance of undergraduate medical education in Israel by continuous monitoring and prioritization of accreditation standards. *Rambam Maimonides Medical Journal*, 13(3), e0023. DOI: <https://doi.org/10.5041/RMMJ.10480>.
5. Burke, A. E., Sklansky, D. J., Haftel, H. M., Mitchell, A., & Mann, K. J. (2024). Competency-based medical education and the education continuum: Establishing a framework for lifelong learning. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 54(9), 101642. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2024.101642>.
6. Cervero, R. M., & Gaines, J. K. (2015). The impact of continuing medical education on physician performance and patient health outcomes: An updated synthesis of systematic reviews. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 35(2), 131–138. DOI: <https://doi.org/10.1002/chp.21290>.
7. European Association for Quality Assurance in Higher Education, European Students' Union, European University Association, & European Association of Institutions in Higher Education. (2015). *Standards and guidelines for quality assurance in the European Higher Education Area (ESG)*. URL: https://ehea.info/media.ehea.info/file/ESG/00/2/ESG_2015_616002.pdf
8. European Commission. (n. d.). Association of Ukraine to Horizon Europe. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/europe-world/international-cooperation/association-horizon-europe/ukraine_en
9. European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021–2027 (COM(2020) 624 final)*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0624>.
10. European Commission. (n. d.). *Digital Education Action Plan 2021–2027: policy background*. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan>.
11. European Commission. (n. d.). *Erasmus+ programme: Statistics on learning mobility projects*. URL: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/resources-and-tools/factsheets-statistics-evaluations/statistics/data/learning-mobility-projects>.
12. European Higher Education Area. (n. d.). *Ukraine*. URL: <https://ehea.info/page-ukraine>

13. European Medical Students' Association. (2023). World Federation for Medical Education accreditation in the European Higher Education Area (EHEA). URL: <https://emsa-europe.eu/wp-content/uploads/2023/07/World-Federation-for-Medical-Education-WFME-Accreditation-in-the-European-Higher-Education-Area-EHEA-SA22.pdf>
14. European Parliament & Council of the European Union. (2005). Directive 2005/36/EC of the European Parliament and of the Council of 7 September 2005 on the recognition of professional qualifications. *Official Journal of the European Union*, L 255, 22–142. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ%3AL%3A2005%3A255%3A0022%3A0142%3Aen%3APDF>.
15. European Quality Assurance Register for Higher Education. (2024). Ministers agree to another revision of the ESG. URL: <https://www.eqar.eu/kb/esg/#2024-ministers-agree-to-another-revision-of-the-esg>.
16. European Higher Education Area. (n.d.). *Qualifications frameworks*. URL: <https://ehea.info/page-qualification-frameworks>.
17. European Higher Education Area. (2024). *The European Higher Education Area in 2024: Bologna process implementation report*. URL: <https://ehea.info/immagini/the-european-higher-education-area-in-2024-EC0224018ENN.pdf>
18. European Commission. (n. d.). *National reforms in higher education: Ukraine*. Eurydice. URL: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/euryperia/ukraine/national-reforms-higher-education>
19. Harden, R. M. (2007). Outcome-based education: The future is today. *Medical Teacher*, 29(7), 625–629. DOI: <https://doi.org/10.1080/01421590701729930>.
20. Kaminskyi, V. V., Plyska, O. M., & Krasnova, A. A. (2025). Analysis of international experience in adapting medical education and its application in the Ukrainian context. *Pedagogical Academy: Scientific Notes*, (18). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15544251>.
21. Khanna, R., & Mehrotra, D. (2019). The roadmap for quality improvement from traditional through competency-based education towards outcome-based education in dentistry. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 9(2), 139–142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.02.004>.
22. Mani, Z. A. (2025). Transitioning to competency-based education in nursing: A scoping review of curriculum review and revision strategies. *BMC Nursing*, 24(1), 1111. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12912-025-03319-y>.
23. Ministry of Health of Ukraine. (2023). *Health system development strategy of Ukraine until 2030*. URL: https://healthstrategy2030.com.ua/UKR_Health_Strategy_2030_final.pdf
24. Ministry of Health of Ukraine. (n. d.). *Ukraine and Poland will cooperate in the creation of university hospitals and simulation medicine centers*. URL: <https://moz.gov.ua/en/ukraine-and-poland-will-cooperate-in-the-creation-of-university-hospitals-and-simulation-medicine-centers>.
25. National Agency for Higher Education Quality Assurance. (n. d.). *Pilot models of accreditation of medical education programmes*. URL: <https://en.naqa.gov.ua/?p=1739>.
26. National Institute for Strategic Studies. (n. d.). *Trends in the development of the healthcare system under wartime conditions*. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/tendentsiyi-rozvytku-systemy-okhorony-zdorovya-v-umovakh-viyny>.
27. Oleksina, N. O., Volosovets, O. P., & Piatnytskyi, Y. S. (2018). Medical education: Responding to contemporary challenges. *Medical Education*, (2), 36–40. [Oleksina, N. O., Volosovets, O. P., & Pyatnytskyi, Y. S. (2018). Медична освіта: відповіді на виклики сучасності. *Медична освіта*, (2)]. DOI: <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2018.2.8878> [in Ukrainian].
28. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2019). *Executive Order No. 95/2019-r on approval of the action plan for 2019 for the implementation of the poverty reduction strategy*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/95-2019-%D1%80>
29. Samuel, A., Cervero, R. M., Durning, S. J., & Maggio, L. A. (2021). Effect of continuing professional development on health professionals' performance and patient outcomes: A scoping review of knowledge syntheses. *Academic Medicine*, 96(6), 913–923. DOI: <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003899>.
30. Schwill, S., Kadmon, M., Hahn, E. G., et al. (2022). The WFME global standards for quality improvement of postgraduate medical education: Applicability in Germany. *GMS Journal for Medical Education*, 39(4). DOI: <https://doi.org/10.3205/zma001563>.
31. Stepanenko, O. K., Nazarenko, M. O., Volovyk, I. A. (2024). Innovative approaches in higher education management to ensure its competitiveness. *Current issues in modern science*, 8(26), 462–475.
32. Ternopil National Medical University. (2023 August 14). *Simulation-based learning: Accreditation of the simulation center*. URL: <https://www.tdmu.edu.ua/en/blog/2023/08/14/tsentr-symulyatsijnogo-navchannya-tnmu-pershym-v-ukrayini-akredytovanyj-radoyu-symulyatsijnogo-navchannya-v-yevropi/>

33. Vasylechko, M. M., Lisetska, I. S., & Kocherzhat, O. I. (2023). Student-centred orientation in the medical educational space of Ukraine on the example of Ivano-Frankivsk national medical university. *Ukrainian Journal of Perinatology and Pediatrics*, 4 (96), 151–156. [Василечко М., Лісецька І., Кочержат О. (2023). Студентоцентрична спрямованість у медичному освітньому просторі України на прикладі Івано-Франківського національного медичного університету. *Український журнал Перинатологія і Педіатрія*, 4 (96), 151–156]. DOI: <https://doi.org/10.15574/PP.2023.96.151> [in Ukrainian].
34. Verkhovna Rada of Ukraine. (2019). *Law of Ukraine "On Professional Pre-Higher Education"* (No. 2745-VIII). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2745-19#Text>
35. World Federation for Medical Education. (2020). Global standards for quality improvement: basic medical education. URL: <https://wfme.org/wp-content/uploads/2022/03/WFME-BME-Standards-2020.pdf>
36. World Health Organization. (2024). *HeRAMS Ukraine: status update report (March 2024)*. URL: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/emergencies/herams/herams_ukr_status_update_report_2024-03_en.pdf
37. World Health Organization. (2024). *Ukraine: public health situation and WHO response*. URL: <https://www.who.int/ukraine/publications/i/item/WHO-EURO-2024-10570-50342-75964>
38. Bidenko, N., Ostapko, O., Koval, O., & Volovik, I. (2019). Experience of introduction of pilot project of objective structured clinical exam OSCE-2 for graduate dental students of O. O. Bogomolets National Medical University. *Higher education of Ukraine in the context of integration to european educational space*, 83(I), 326–336. [Біденко Н. В., Остапко О. І., Коваль О. І., Воловик І. А. (2019). З досвіду запровадження пілотного проєкту об'єктивного структурованого клінічного іспиту ОСКІ-2 для студентів-випускників стоматологічного факультету Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. *Вища освіта у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*, 1(83), 326–336]. DOI: <https://doi.org/10.38014/osvita.2019.83.01> [in Ukrainian].

National and International Quality Standards in Higher Medical Education: Ukraine's Integration into the European Higher Education Area

Volovyk I., Vatanhha T.

Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Background. Achieving high quality in higher medical education is a critically relevant issue amidst Ukraine's deepening Euro-integration processes and the ongoing transformation of the national education and healthcare systems. Considering the current state of the Ukrainian healthcare and education systems—which are undergoing a crisis due to the prolonged impact of military actions, forced demographic shifts, workforce shortages, and slowed adoption of innovative technologies—is essential for understanding them as vital components of national security. Furthermore, this context is crucial for reorienting these systems to ensure the state's capacity to respond to emergencies while maintaining the quality and continuity of both medical care and the educational process.

Objective. The objective of this scientific article is to conduct a comprehensive analysis of national and international quality standards in higher medical education from the perspective of Ukraine's integration into the European Higher Education Area (EHEA).

Materials and Methods. The study utilized a systematization and content analysis of official reports, regulatory acts, and strategic documents governing national and European quality standards in medical education.

Results. The results of this theoretical research demonstrate that the European model of quality in higher medical education is highly structured and development-oriented. A comparative analysis showed that Ukraine's national system of quality standards largely complies with the basic principles of the EHEA. However, the Ukrainian system still relies heavily on a rigid procedural and regulatory approach to quality assessment. The study highlights that legislative harmonization alone is not enough for Ukraine's complete integration into the EHEA. Instead, special attention must be paid to continuing professional development, which serves as an essential part of the lifelong educational continuum in Europe. Finally, the study underscores the urgent need to advance digitalization and creative learning methods. This is critical for expanding simulation-based training, utilizing standardized clinical competence evaluations, and integrating electronic learning platforms alongside telemedicine technologies.

Conclusions. Ukraine's integration into the EU educational space within higher medical education must be positioned as a comprehensive transformation of Ukrainian educational policy, institutional practices, and professional culture. To ensure this development, it is essential to systematically align national healthcare priorities with European quality standards. Furthermore, it requires strengthening the institutional capacity of medical higher education institutions and securing a prominent place for the country in European educational and scientific events. Additionally, the study

highlights the effectiveness of developing personalized curricula within the framework of student-centered learning, which, in the long term, will guarantee a higher quality of medical workforce training.

Keywords: *medical education quality; higher medical education standards; European Higher Education Area; integration; healthcare; accreditation; qualifications framework; outcome-based medical education; continuing professional development.*

Стаття: надійшла до редакції 19.02.2026 р.;
прийнята до друку 14.04.2026 р.;
опублікована 29.05.2026 р.

Воловик Ірина Анатоліївна

кандидат медичних наук, доцент,
кафедра терапевтичної стоматології та
пародонтології,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-2063-0758>

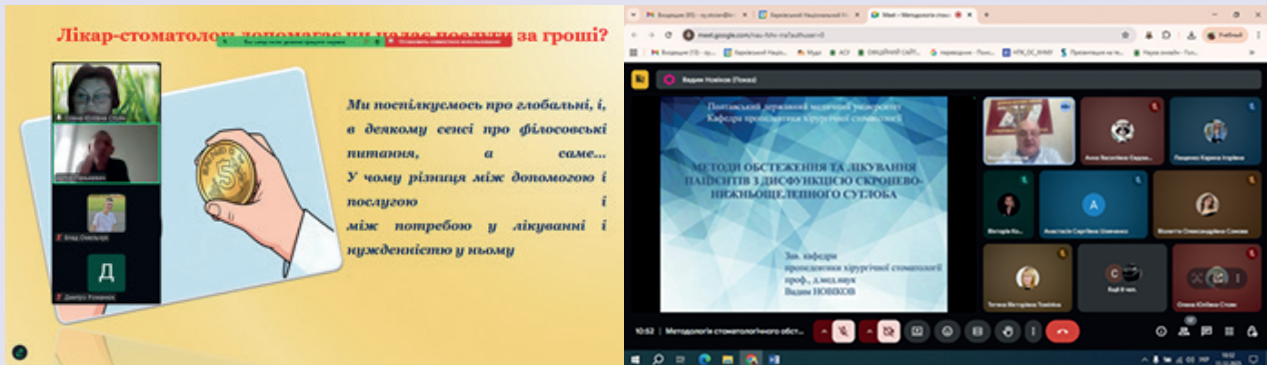
Ватанха Тетяна Василівна

кандидат медичних наук,
кафедра терапевтичної стоматології та
пародонтології,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-3915-8844>

Олена СТОЯН, Наталія САВЕЛЬЄВА, Тетяна ТОМІЛІНА

Кафедра стоматології, Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна



НОВІ ОСВІТНІ ПІДХОДИ В УМОВАХ ВІЙНИ: ГОСТЬОВІ ЛЕКЦІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ СТОМАТОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ

В умовах воєнного стану система вищої медичної освіти в Україні зазнала суттєвих трансформацій, що потребували оперативного пошуку ефективних і водночас гнучких форм навчання.

Кафедра стоматології Харківського національного медичного університету стала одним із прикладів успішної адаптації до нових реалій. За підтримки керівництва університету та факультету, з ініціативи в. о. завідувача кафедри стоматології, доцента О. Ю. Стоян, започатковано інноваційний формат викладання вибіркокових дисциплін для здобувачів стоматологічного факультету.

Одним із ключових нововведень стало впровадження гостьових лекцій як інтерактивної та міжуніверситетської форми навчання. Такий підхід дозволяє залучати провідних фахівців із різних закладів вищої медичної освіти України, забезпечуючи студентам доступ до ширшого спектра знань, клінічного досвіду та сучасних наукових підходів.

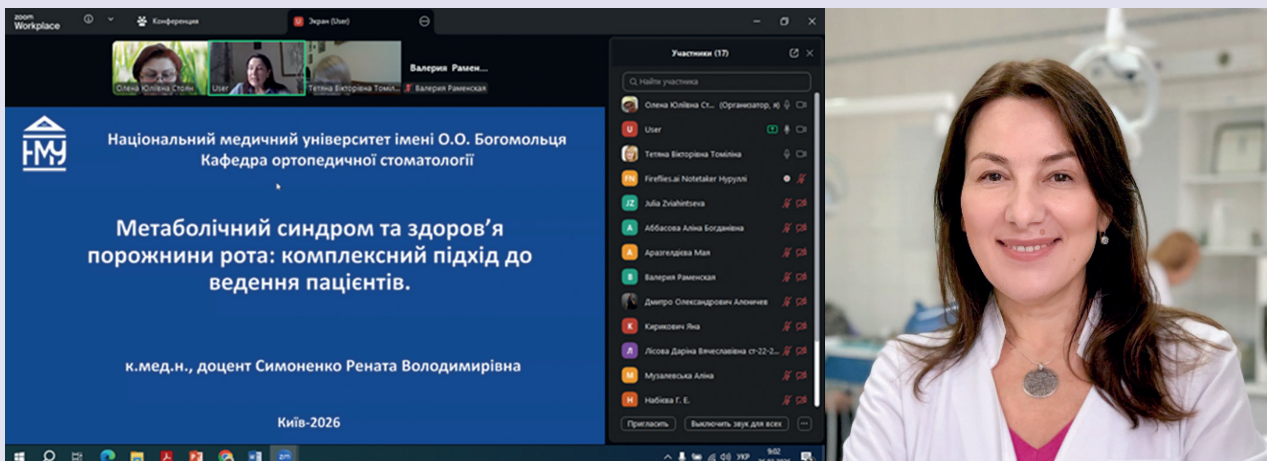
Ініціативу підтримали відомі науково-педагогічні працівники, зокрема В. М. Новіков — завідувач кафедри пропедевтики хірургічної стоматології Полтавського державного медичного університету, а також Р. В. Симоненко — доцент кафедри ортопедичної стоматології Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. Їхня участь у проведенні гостьових лекцій спри-

яла підвищенню якості освітнього процесу та інтеграції найкращих педагогічних практик.

Запроваджений формат має низку важливих переваг. Передусім, він сприяє розширенню міжуніверситетської співпраці, формуючи єдиний освітньо-науковий простір у галузі стоматології. Крім того, гостьові лекції дозволяють урізноманітнити навчальний процес, зробити його більш динамічним і практично орієнтованим. Здобувачі освіти отримують можливість ознайомитися з різними клінічними підходами, авторськими методиками викладання та сучасними тенденціями розвитку стоматології.

Не менш важливим є і те, що такий формат розширює можливості викладання вибіркокових дисциплін, дозволяючи формувати їхній зміст відповідно до актуальних викликів стоматології та потреб студентів. У складних умовах війни це також забезпечує безперервність освітнього процесу та підтримує високий рівень професійної підготовки майбутніх лікарів-стоматологів.

Отже, досвід кафедри стоматології Харківського національного медичного університету демонструє, що навіть у кризових умовах можливо не лише зберегти якість освіти, а й розвивати її, впроваджуючи сучасні та ефективні педагогічні практики. Гостьові лекції, як новий формат навчання є перспективним напрямом, що сприятиме подальшій інтеграції української стоматологічної освіти та підвищенню її конкурентоспроможності.



Хлопці дуже на нас розраховують! Ми не маємо права їх підвести!

«Ортобаггі» – це спільний проект ортодонтів України з благодійним фондом АЛЕКС ВЕКТОР. Ортобаггі – машини зібрані на кошти ортодонтів та дилерів ортодонтичної продукції. Вагомий внесок зробила почесний президент АООУ М. Дрогомирецька – 70 тис. грн., та АООУ – 100 тис. грн.

Якщо Ви небайдужі до нашого проекту, долучайтесь до збору коштів та продовжуємо разом допомагати нашим бійцям на фронті – приєднуйтеся!
Перший Ортобаггі вже знищує ворога на передовій!



ОРТОБАГГІ



Найменування отримувача:
БО БФ АЛЕКС ВЕКТОР

Код отримувача:
44685718

Рахунок отримувача:
UA323052990000026006005023733

Назва банку:
АТ КБ "ПРИВАТБАНК"

Всі бажані будуть висвітлені в окремому списку, хто надіслав донати.
Скріни донатів надсилайте куратору проекту на Viber.
З повагою, куратор проекту допомоги ортодонтів ЗСУ
Суздальцев Олег 050 469 40 65

СУЧАСНА СТОМАТОЛОГІЯ

A C T U A L D E N T I S T R Y

