



Наукові перспективи
Видавнича група

Перспективи та інновації науки



СЕРІЯ "ПЕДАГОГІКА"



СЕРІЯ "ПСИХОЛОГІЯ"



СЕРІЯ "МЕДИЦИНА"



№6(64) 2026

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

Видавнича група «Наукові перспективи»

Луганський державний медичний університет

Громадська наукова організація «Система здорового довголіття в мегаполісі»

Християнська академія педагогічних наук України

Всеукраїнська асоціація педагогів і психологів з духовно-морального виховання

*за сприяння КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва", Центру
дієтології Наталії Калиновської*

«Перспективи та інновації науки»

№ 6(64) 2026

СПЕЦВИПУСК

Київ – 2026

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University

Publishing Group «Scientific Perspectives»

Luhansk State Medical University

Public scientific organization "System of healthy longevity in the metropolis"

Christian Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine

**All-Ukrainian Association of Teachers and Psychologists of Spiritual and Moral
Education**

*with the assistance of the KNP "Clinical Hospital No. 15 of the Podilsky District of Kyiv", Nutrition Center of
Natalia Kalinovska*

"Prospects and innovations of science"

№ 6(64) 2026

SPECIAL EDITION

Kyiv – 2026

ISSN 2786-4952 Online

УДК 001.32:1/3](477)(02)

Ідентифікатор медіа - R40-05846

DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-6\(64\)](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-6(64))

«Перспективи та інновації науки»: журнал. 2026. № 6(64) 2026. С. 4165



**Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 27.09.2021
№ 1017 журналу присвоєно категорію "Б" із психології та
педагогіки**

**Згідно наказу Міністерства освіти і науки України від 27.04.2023 № 491 журналу
присвоєно категорію "Б" із медицини: спеціальність 222**

*Рекомендовано до видавництва Президією громадської наукової організації «Всеукраїнська Асамблея докторів наук з
державного управління» (Рішення від 29.05.2026, № 11/5-8-26)*

*Журнал видається за підтримки КНП "Клінічна лікарня №15 Подільського району м.Києва", Центру дієтології Наталії
Калиновської*



Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index
Copernicus (IC), Research Bible, міжнародної пошукової системи Google

*Електронний науковий журнал «Перспективи та інновації науки» заснований з метою висвітлення
актуальних питань теорії та практики медицини, біології, біотехнології та реабілітації в Україні, за кордоном.
Видання розраховано на науковців, викладачів, педагогів-практиків, представників органів державної влади та
місцевого самоврядування, здобувачів вищої освіти, громадсько-політичних діячів*

*Згідно Порядку формування Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом МОН
України від 15.01.2018 № 32, повнотекстовий доступ до наукових статей журналу представлений на
платформі «Наукова періодика України» в Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського НАН України
та в Національному репозитарії академічних текстів*

Голова редакційної колегії:



Вадзюк Степан Несторович - доктор медичних наук, професор,
завідувач кафедри фізіології з основами біоетики та біобезпеки
Тернопільського національного медичного університету імені
І.Я.Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України (Україна)

Заступник голови редакційної колегії: Торяник Інна Іванівна - доктор медичних наук, старший
науковий співробітник, провідний науковий співробітник лабораторії вірусних інфекцій Державної
установи «Інститут мікробіології та імунології імені І.І. Мечникова Національної академії медичних наук
України» (Харків, Україна)

Редакційна колегія:

1. Алієв, Ельнур М. доктор медичних наук, професор, професор Азербайджанського медичного університету (Азербайджан)
2. Бабова Ірина Костянтинівна - доктор медичних наук, професор, старший науковий співробітник відділу економічного регулювання природокористування ДУ "Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень Національної академії наук України", лікар ФРМ (фізичної та реабілітаційної медицини) ДУ "Територіальне медичне об'єднання МВС України по Одеській області" (Одеса, Україна)

3. Галандаров, Вагіф Календер Доктор медичних наук, доктор філософії, професор, професор кафедри хірургічних захворювань Азербайджанського медичного університету (Азербайджан)
4. Гараєв, Ельдар Абдулла доктор медичних наук, професор кафедри загальної та токсикологічної хімії, Заступник директора Азербайджанського медичного університету (Азербайджан)
5. Ельдар Елієв доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічних захворювань Азербайджанського медичного університету (Азербайджан)
6. Жуков Валері, Університет Миколи Коперника в Торуні (Торунь, Польща),
7. Іншакова Ганна Вадимівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри громадського здоров'я Національного медичного університету імені О.О. Богомольця (Київ, Україна)
8. Кернас Андрій В'ячеславович – доктор філософії в галузі психології, кандидат психологічних наук, дійсний член Української психолгічної асоціації, магістр права, магістр педагогіки, доцент кафедри Практичної психології Одеського національного морського університету, старший викладач кафедри мовної та психолого-педагогічної підготовки Одеського національного економічного університету (Одеса, Україна)
9. Коваль Галина Миколаївна - доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри мікробіології, вірусології, епідеміології з курсом інфекційних хвороб Ужгородського національного університету (Ужгород, Україна)
10. Корильчук Неоніла Іванівна – кандидат медичних наук, доцент кафедри терапії та сімейної медицини Тернопільського національного медичного університету імені І.Я.Горбачевського МОЗ України (Тернопіль, Україна)
11. Левков Анатолій Анатолійович - кандидат медичних наук, доцент кафедри фізичної терапії та ерготерапії Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», доцент кафедри онкології, радіаційної медицини та радіології Полтавського державного медичного університету (Полтава, Україна)
12. Мочалов Юрій Олександрович - доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічної стоматології та клінічних дисциплін ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (Ужгород, Україна)
13. Олійник Світлана Валентинівна - кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент кафедри аптечної технології ліків Національного фармацевтичного університету
14. Пасько Ольга Миколаївна - доктор юридичних наук, професор, професор кафедри психології та педагогіки, Одеський державний університет внутрішніх справ.(Одеса, Україна)
15. Помиткіна Любов Віталіївна — доктор психологічних наук, професор, завідувач кафедри авіаційної психології Національного авіаційного університету (Київ, Україна)
16. Теренда Наталія Олександрівна - доктор медичних наук, професор, т.в.о завідувача кафедри громадського здоров'я та управління охороною здоров'я Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (Тернопіль, Україна)
17. Черська Марія Сергіївна - доктор медичних наук, завідувачка консультативно-діагностичним відділенням Державної Установи «Інститут ендокринології та обміну речовин НАМН України» (Київ, Україна)
18. Шульгай Аркадій Гаврилович - доктор медичних наук, професор, професор кафедри громадського здоров'я та управління охороною здоров'я Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України (Україна)

Статті розміщені в авторській редакції. Відповідальність за зміст та орфографію поданих матеріалів несуть автори.

Тарнавська С.І., Шахова О.О. <i>ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БАЗИСНОЇ ТЕРАПІЇ БРОНХІАЛЬНОЇ АСТМИ У ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ З ВРАХУВАННЯМ ЗАПАЛЬНИХ ПАТЕРНІВ КРОВІ</i>	2443
Терещенко Л.О., Дихта В.І. <i>ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МЕДИЧНОГО ТУРИЗМУ НА БАЗІ КЛІНІЧНОГО САНАТОРІЮ ІМЕНІ М.І.ПИРОГОВА «КУЯЛЬНИК»</i>	2453
Ткач О.Ф. <i>ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ У ДІТЕЙ ІЗ СКОЛІОЗОМ</i>	2465
Тодорюк А.В. <i>СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО РУХОМІСТЬ ЗУБІВ У ПРОЦЕСІ ОРТОДОНТИЧНОГО ЛІКУВАННЯ: БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, МЕТОДИ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ТА КЛІНІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ</i>	2484
Федченко Ю.О., Ганжа А.В. <i>ВПЛИВ МІКРОПЛАСТИКУ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК НЕГАТИВНИЙ ПАТЕРН ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ</i>	2497
Целік Н.Є., Тихонова Т.М., Аль-Травнех О.В., Гончар Д.Т., Гомонілова М.Р. <i>ВІДДАЛЕНІ НАСЛІДКИ COVID-19: ПОЛІМОРБІДНІСТЬ У КЛІНІЧНІЙ ПРАКТИЦІ</i>	2505
Чабаненко Є.О., Турицька Т.Г. <i>ВПЛИВ КІНЕЗІОТЕРАПІЇ НА СТРАХ РУХУ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ НЕСПЕЦИФІЧНИМ БОЛЕМ У НИЖНІЙ ЧАСТИНІ СПИНИ</i>	2513
Чернецька Н.В. <i>ФУНКЦІЯ ДИХАННЯ ТА ЯКІСТЬ ЖИТТЯ ПАЦІЄНТІВ ХВОРИХ НА ХРОНІЧНЕ ОБСТРУКТИВНЕ ЗАХВОРЮВАННЯ ЛЕГЕНЬ ІЗ СУПУТНІМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ ТИПУ 2</i>	2523
Черняк В.П., Базілевський А.Г. <i>БІОПСИХОСОЦІАЛЬНА МОДЕЛЬ ТА МКФ ЯК ОСНОВА ФОРМУВАННЯ ПАЦІЄНТО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ В СУЧАСНІЙ СИСТЕМІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я</i>	2532
Чорномидз І.Б. <i>ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ЗДОРОВ'Я ТА РОЗВИТОК ДИТИНИ: ОГЛЯД ПОТЕНЦІЙНИХ РИЗИКІВ ТА ЕТИЧНИХ ВИКЛИКІВ</i>	2546
Шнайдер С.А., Семенов Є.І., Романов К.К. <i>ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ В УМОВАХ АТРОФІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ АУГМЕНТАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ</i>	2560
Щучак Р.І. <i>ПСИХОЛОГІЧНІ ДЕТЕРМІНАНТИ КОМУНІКАЦІЇ В СИСТЕМІ ЛІКАР-ПАЦІЄНТ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛІКУВАННЯ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ</i>	2576

УДК: 616.314-089.843:616.716-007.234:616.314-089.844

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-6\(64\)-2560-2575](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-6(64)-2560-2575)

Шнайдер Станіслав Аркадійович доктор медичних наук, професор, член-кореспондент НАМН України, директор ДУ «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії НАМН України», м. Одеса, <https://orcid.org/0000-0001-8857-5826>

Семенов Євген Іванович доктор медичних наук, завідувач кафедри ортопедична стоматологія, ДУ «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії НАМН України», м. Одеса, <https://orcid.org/0000-0003-1698-8917>

Романов Кирило Костянтинович аспірант ДУ «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії НАМН України», м. Одеса, <https://orcid.org/0009-0006-2625-5409>

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ДЕНТАЛЬНОЇ ІМПЛАНТАЦІЇ В УМОВАХ АТРОФІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ: ОГЛЯД СУЧАСНИХ АУГМЕНТАЦІЙНИХ ПІДХОДІВ

Анотація. Атрофія кісткової тканини щелеп після втрати зубів, травматичних ушкоджень або хронічних запальних процесів залишається одним із основних проблем дентальної імплантації. Недостатній об'єм альвеолярного гребеня обмежує розміщення імпланта в протетично правильному положенні, збільшує ризик ранніх ускладнень та знижує передбачуваність довгострокових функціональних результатів.

Метою статті є обґрунтування вибору методу дентальної імплантації в умовах атрофії кісткової тканини шляхом аналізу сучасних технологій аугментації, типів трансплантатів, бар'єрних систем та факторів, що визначають стабільність регенерованої кістки.

Матеріали та методи. Проведено огляд сучасних наукових джерел, присвячених керуванню кісткової регенерації, збереженню альвеолярного гребеня, горизонтальній і вертикальній аугментації, синус-аугментації, CAD/CAM-титановим сіткам, 3D-друкованим каркасам, аутогенним, алогенним, ксеногенним і синтетичним графтам. Основну увагу приділено дослідженням, у яких наведено кількісні показники приросту кістки, частоту експозиції бар'єрів, гістоморфометричні характеристики регенерату та клінічну стабільність імплантатів.

Результати. Встановлено, що жодна з наявних методик не забезпечує універсального результату для всіх типів атрофічних дефектів. Збереження альвеолярного гребеня зменшує післяекстракційну резорбцію, але не гарантує відсутності вторинної аугментації. Горизонтальна аугментація та ridge split демонструють високу виживаність імплантатів за умови правильного відбору

пацієнтів, однак мають анатомічні й технічні обмеження. Вертикальна спрямована регенерація кістки забезпечує клінічно значущий приріст кістки, але залишається пов'язаною з ризиком експозиції бар'єрів та залежністю від стану м'яких тканин. Цифрові технології підвищують точність адаптації каркасів і контроль геометрії регенерату, проте не усувають біологічні чинники ризику.

Висновки. Обґрунтування методу імплантації при атрофії кісткової тканини повинно базуватися на морфології дефекту, стані м'яких тканин, біологічному потенціалі графта, типі бар'єрної системи та очікуваній довгостроковій стабільності регенерату.

Ключові слова: дентальна імплантація, атрофія кісткової тканини, кісткова аугментація, керована кісткова регенерація, альвеолярний гребінь, CAD/CAM, титанові сітки, кістковий графт.

Shnaider Stanislav Dr. Sci. (Dentistry), Prof., Cor. Member of the NAMS of Ukraine, director of the State Establishment "The Institute of Stomatology and Maxillo-Facial Surgery National Academy of Medical Sciences of Ukraine", <https://orcid.org/0000-0001-8857-5826>

Semenov Evgenij Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Orthopedic Dentistry, State Institution «Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», <https://orcid.org/0000-0003-1698-8917>

Romanov Kyrylo Graduate student of the State Establishment "The Institute of Stomatology and Maxillo-Facial Surgery National Academy of Medical Sciences of Ukraine", <https://orcid.org/0009-0006-2625-5409>

RATIONALE FOR SELECTING A DENTAL IMPLANTATION METHOD UNDER CONDITIONS OF BONE TISSUE ATROPHY: A REVIEW OF CURRENT AUGMENTATION APPROACHES

Abstract. Jaw bone atrophy after tooth loss, traumatic injury or chronic inflammatory disease remains a major limitation for dental implantation. Insufficient volume of the alveolar ridge restricts implant placement in a prosthetically correct position, increases the risk of early complications and reduces the predictability of long-term functional outcomes.

The aim of this article is to substantiate the selection of a dental implantation method under conditions of bone tissue atrophy by analysing current augmentation technologies, graft types, barrier systems and factors that determine the stability of regenerated bone.

Materials and methods. A literature review was performed with a focus on guided bone regeneration, alveolar ridge preservation, horizontal and vertical ridge

augmentation, sinus floor augmentation, CAD/CAM titanium meshes, three-dimensional printed scaffolds, and autogenous, allogeneic, xenogeneic and synthetic grafting materials. Priority was given to studies reporting quantitative bone gain, barrier exposure rates, histomorphometric parameters of regenerated tissue and clinical implant stability.

Results. The available evidence indicates that no single augmentation method provides a universal solution for all types of atrophic defects. Alveolar ridge preservation reduces post-extraction resorption but does not eliminate the need for secondary augmentation in a considerable proportion of cases. Horizontal augmentation and ridge split techniques demonstrate high implant survival when patient selection is appropriate, although they remain limited by anatomical conditions and technical sensitivity. Vertical guided bone regeneration provides clinically significant bone gain, but it is associated with barrier exposure and depends strongly on soft-tissue quality and tension-free wound closure. Digital technologies improve the accuracy of scaffold adaptation and the control of regenerative geometry; however, they do not fully resolve the biological risks related to vascularization, mucosal thickness and wound healing.

Conclusions. The choice of dental implantation strategy in patients with bone atrophy should be based on defect morphology, soft-tissue condition, graft biological potential, barrier system design and expected long-term stability of the regenerated volume. A personalized decision-making model is required to increase predictability and reduce complications.

Keywords: dental implantation, bone tissue atrophy, bone augmentation, guided bone regeneration, alveolar ridge, CAD/CAM, titanium mesh, bone graft.

Постановка проблеми.

Дентальна імплантація є одним із провідних методів відновлення часткової та повної втрати зубів, однак її ефективність прямо залежить від достатнього об'єму та якості кісткової тканини в зоні майбутнього імплантаційного ложа. Після втрати зуба альвеолярний гребінь проходить послідовне ремоделювання з переважною редуцією вестибулярної кортикальної пластинки, що змінює не лише лінійні параметри кістки, а й просторову позицію можливого встановлення імплантата. У клінічній практиці це означає, що імплантат стандартного діаметра не завжди може бути встановлений у протетично оптимальній позиції без попереднього або одночасного відновлення кісткового об'єму [1, 2].

Атрофія кісткової тканини не є ізольованою анатомічною проблемою. Вона впливає на первинну стабільність імплантата, можливість формування коректного профілю прорізування майбутньої реставрації, довгострокову стабільність маргінальної кістки та ризик перімплантаційних ускладнень. За даними сучасних оглядів, потреба в аугментаційних втручаннях перед імплантацією або під час неї виникає у значної частки пацієнтів із тривалою адентією, складними післяекстракційними дефектами, посттравматичними змінами або дефіцитом висоти у бічних відділах верхньої щелепи [3, 4].

Наукова проблема полягає в тому, що клінічно значущий приріст кістки не завжди відповідає високій біологічній якості регенерату. Однакова кількість міліметрів приросту може супроводжуватися різною часткою новоутвореної кістки, залишкового матеріалу та сполучної тканини. Тому обґрунтування методу дентальної імплантації в умовах атрофії кісткової тканини не може зводитися до вибору одного графта або однієї бар'єрної мембрани. Необхідна комплексна оцінка дефекту, м'якотканинного середовища, очікуваної просторової стабільності та ризику ускладнень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розвиток керованої кісткової регенерації сформував біологічну основу сучасних аугментаційних методик. Її базові умови включають ізоляцію регенеративної ділянки від швидкої інвазії клітин м'яких тканин, стабілізацію кров'яного згустку, підтримання простору для остеогенезу та адекватне кровопостачання з боку материнської кістки. Метааналізи M. Zhang та ін. [5], I. A. Urban та ін. [6], присвячені вертикальній регенерації, показали, що тип мембрани та здатність бар'єрної системи зберігати об'єм мають самостійне прогностичне значення [5, 6].

Найбільш дискусійним залишається питання співвідношення ефективності й ускладнень. Систематичний огляд G. M. Ragucci та ін. засвідчив, що CAD/CAM-титанові сітки можуть демонструвати кращий горизонтальний приріст порівняно з конвенційними титановими конструкціями, однак проблема експозиції бар'єрів не усувається повністю [7]. Огляд Ng та ін. також підтвердив, що експозиція титанового каркасу залишається типовим клінічним ризиком, особливо за складних вертикальних і тривимірних дефектів [8]. У рандомізованому клінічному дослідженні Cuschi та ін. вертикальний приріст при використанні підсилених PTFE-конструкцій і CAD/CAM Ti-mesh був близьким, проте відрізнявся показник реалізованої регенерації, що має пряме значення для стабільності запланованого об'єму [9].

Окремий блок доказів стосується горизонтальної аугментації. Систематичні огляди демонструють ефективність ridge split та горизонтальної спрямованої регенерації кістки (GBR) при дефіциті ширини альвеолярного гребеня, але результат залежить від товщини кортикальних пластинок, топографії анатомічних структур і можливості контрольованого розщеплення гребеня без неконтрольованого перелому [10, 11]. Для бічних відділів верхньої щелепи з дефіцитом вертикальної висоти ключовою методикою залишається синус-аугментація. Дані останніх систематичних оглядів не підтверджують абсолютної переваги одного типу графта у всіх клінічних ситуаціях, що посилює значення персоналізованого вибору матеріалу [12-14].

Нові технологічні напрями змінюють підхід до планування аугментації. Клітинні технології, 3D-друк, індивідуалізовані каркаси та цифрове планування дозволяють впливати не лише на об'єм, але й на геометрію та біологічну поведінку регенерату [15-19]. Водночас гістоморфометричні дослідження

підтверджують, що біологічна якість регенерату не визначається лише типом графта. На неї впливають стабільність простору, бар'єрна ізоляція, мікротопографія каркасу, васкуляризація та термін ремоделювання [20, 21].

Мета роботи – провести аналіз сучасних технологій аугментації та методу дентальної імплантації в умовах атрофії кісткової тканини.

Виклад основного матеріалу.

Атрофія альвеолярного гребеня (ARP) після втрати зубів має закономірний характер, але її клінічні наслідки різняться залежно від локалізації, тривалості адентії, товщини кортикальних пластинок, стану пародонта, травматичного анамнезу та системних чинників [1, 3, 22]. У фронтальних ділянках критичним є не лише дефіцит кістки, а й естетичний контур м'яких тканин. У бічних ділянках нижньої щелепи обмежувальним чинником часто стає близькість нижньоальвеолярного нерва. У бічних ділянках верхньої щелепи дефіцит вертикальної висоти поєднується з пневматизацією верхньощелепної пазухи. Тому вибір методу імплантації має починатися з типології дефекту, а не з формального вибору матеріалу.

Збереження альвеолярного гребеня після екстракції є профілактичним методом. Вона спрямована на зменшення післяекстракційної резорбції. Її клінічна цінність полягає у зменшенні масштабу майбутнього дефекту. Водночас не гарантує повного збереження анатомічної конфігурації гребеня [2, 3]. За даними MacBeth та ін., навіть при застосуванні GBR-ARP може зберігатися редукція ширини гребеня та потреба в додатковому менеджменті кісткових дегісценцій під час імплантації [2]. Отже, ARP доцільно розглядати як раннє втручання для зниження тяжкості атрофії, але не як метод, який повністю замінює реконструктивну аугментацію.

Горизонтальна аугментація застосовується тоді, коли висота гребеня є достатньою, але ширина не дозволяє встановити імплантат належного діаметра з адекватною товщиною вестибулярної та оральної кісткових стінок. Ridge split може забезпечити клінічно значущий приріст ширини та високу виживаність імплантів, проте його прогнозованість залежить від еластичності кортикальних пластинок і відсутності вираженого вертикального компонента дефекту [10]. У складніших ситуаціях перевагу можуть мати GBR-протоколи з використанням мембран, титанових сіток або комбінованих графтів. Систематичний огляд Smeets та ін. підтверджує ефективність горизонтальної аугментації нижньої щелепи, але наголошує на варіабельності методик і потребі в стандартизації показань [11].

Вертикальна аугментація є найбільш складною через необхідність формувати регенеративний простір проти тиску м'яких тканин і забезпечувати стабільність графта в умовах менш сприятливої васкуляризації [8, 9, 23, 24]. Титан-підсилені PTFE-мембрани, CAD/CAM-сітки та індивідуалізовані каркаси дозволяють отримувати значущий вертикальний приріст, однак ризик експозиції залишається системним. У дослідженнях Urban та ін. підкреслено, що на

результат вертикальної аугментації впливають не лише матеріали, а й м'якотканинний біотип, дизайн клаптя, безнатяжне закриття рани та стабілізація конструкції [6]. Дані Cuschi та ін. показують, що за близьких величин вертикального приросту різні бар'єрні системи можуть мати відмінну частку реалізованої регенерації [9].

Синус-аугментація має велике значення, оскільки дефіцит висоти в бічних відділах верхньої щелепи часто формується одночасно через резорбцію альвеолярного відростка та пневматизацію пазухи. Латеральний синус-ліфтинг залишається передбачуваною методикою при значному дефіциті висоти, тоді як трансальвеолярні підходи доцільні у випадках помірного дефіциту. Систематичні огляди Del Fabbro [12], Pogacian-Maier та ін. [13] показали, що клінічна ефективність синус-аугментації може бути прийнятною при використанні різних типів графтів, якщо забезпечено стабільність матеріалу та дотримано хірургічний протокол. Порівняння алогенних і ксеногенних матеріалів також не демонструє абсолютної переваги одного джерела графта в усіх клінічних сценаріях [14].

Вибір графта є одним із основних елементів обґрунтування методу. Аутогенна кістка має остеогенний, остеоіндуктивний та остеокондуктивний потенціал, тому її традиційно розглядають як біологічно найактивніший матеріал [17-19]. Її обмеженнями є донорська морбідність, додатковий операційний етап, обмежений об'єм забору та ризик ранньої резорбції при недостатній стабілізації. Алогенні, ксеногенні та синтетичні матеріали мають меншу біологічну активність, проте забезпечують доступність, об'ємну стабільність і можливість комбінування з бар'єрними системами. Рандомізовані дані Wang та ін. щодо алогенних та аутогенних блоків свідчать, що клінічні й рентгенологічні результати можуть бути зіставними у короткостроковому періоді, однак біологічна швидкість інтеграції відрізняється [21].

Синтетичні, алогенні та ксеногенні матеріали мають інший підхід до застосування. Вони не замінюють біологічний потенціал аутогенної кістки повністю, але забезпечують остеокондуктивний каркас, зменшують інвазивність і дозволяють краще контролювати просторову геометрію дефекту. Комбіновані протоколи, у яких аутогенний компонент поєднується з кістковим замінником, є клінічно обґрунтованими при великих дефектах, коли потрібно поєднати біологічну активність і стабільність об'єму (табл. 1) [15, 18].

Таблиця 1.

Порівняння основних груп кісткових матеріалів для аугментації

Критерій	Аутогенний графт	Алогенний або ксеногенний матеріал	Синтетичний або комбінований матеріал
Біологічний потенціал	Найвищий, наявні живі клітини та фактори остеогенезу	Переважно остеокондуктивний, інтеграція залежить від обробки матеріалу	Переважно остеокондуктивний, може бути посилений біоактивними компонентами
Стабільність об'єму	Може зменшуватися через ранню резорбцію	Зазвичай вища, ніж у чисто аутогенного блоку	Висока при правильному дизайні пористості та каркасу
Інвазивність	Вища через донорську ділянку	Нижча, донорський етап відсутній	Нижча, можливе виготовлення персоналізованої форми
Оптимальна клінічна ситуація	Локальні дефекти з потребою швидкої біологічної інтеграції	Синус-аугментація, латеральна або горизонтальна реконструкція	Великі та складні дефекти, потреба у контролі геометрії
Основний ризик	Донорська морбідність і резорбція	Повільніша інтеграція та варіабельність ремоделювання	Недостатня довгострокова клінічна доказовість для нових матеріалів

Джерело: сформовано автором за даними [15, 17-19, 21]

Морфологічна якість регенерату є самостійним критерієм ефективності. Однаковий приріст у міліметрах може відповідати різному співвідношенню новоутвореної кістки, залишкового матеріалу та сполучної тканини. Гістоморфометричні дослідження при використанні індивідуалізованих титанових сіток показують, що частка новоутвореної кістки може суттєво варіювати залежно від типу мембрани, графта і стабільності бар'єра. Тому для обґрунтування імплантації після аугментації слід оцінювати не лише об'єм, а й ступінь зрілості регенерату [20, 23].

У дослідженні Sanz та ін. [15] показано, що використання синтетичного замісника в поєднанні з мезенхімальними клітинами допомагає підвищити частку новоутвореної кістки. Проте така технологія потребує складної лабораторної інфраструктури, регуляторного контролю та економічної оцінки перед широким впровадженням.

В роботі S. Shaikh та ін. розроблено DLP-друковані композитні scaffold-системи на основі полі(триметиленкарбонату) з високим вмістом стронцій-заміщеного наногідроксиапатиту. Автори показали, що пористість PTMC-, PTMC-NA- та PTMC-SrHA-конструкцій становила відповідно $60,1 \pm 0,9$ %, $72,9 \pm 0,5$ % і $74,3 \pm 1,6$ %, тобто відповідала діапазону губчастої кістки. Вміст NA та SrHA у полімерній матриці досягав 51,5 та 57,4 мас. %, а додавання SrHA покращувало механічні й поверхневі характеристики каркасу. Важливо, що

scaffold-системи оцінювали не лише *in vitro*, а й *in vivo* на двох моделях великих кісткових дефектів у щурів, де функціоналізація BMP та золедроновою кислотою посилювала остеокондуктивний і остеоіндуктивний потенціал [24]. Його значення полягає у демонстрації трьох тенденцій: переходу від пасивного кісткового замісника до біоактивного каркасу, персоналізації форми за допомогою 3D-друку та поєднання архітектурного контролю з локальними біохімічними сигналами регенерації [24].

CAD/CAM і 3D-друк змінили підхід до реконструкції складних дефектів. Індивідуалізовані титанові сітки дають змогу попередньо змодельовати контур регенерації, скоротити час інтраопераційної адаптації та зменшити деформацію каркасу. У роботах Chiapasco та ін. доведено клінічну можливість застосування кастомізованих CAD/CAM-сіток при тяжких дефектах альвеолярного гребеня [17]. Ivanovski та ін. розглядають 3D-друк як наступний етап розвитку регенеративної імплантології, оскільки він дозволяє поєднати анатомічну персоналізацію з контролем пористості й механічних властивостей каркасу [16, 19].

Разом із тим цифрова точність не дорівнює біологічній передбачуваності. Навіть ідеально адаптована конструкція може експонуватися за тонкого біотипу слизової, надмірного натягу клаптя або недостатнього кровопостачання. У дослідженнях Li та ін. [25], Yang та ін. [26] показано, що точність відтворення запланованого об'єму залежить від розміру дефекту, стабільності каркасу та післяопераційних змін м'яких тканин. Це підкреслює, що цифровий етап повинен інтегруватися з біологічним плануванням, а не замінювати його (табл. 2).

Таблиця 2.

Порівняльна характеристика сучасних методів кісткової аугментації перед дентальною імплантацією

Метод	Клінічне показання	Очікуваний ефект	Основне обмеження	Джерела
ARP / GBR після екстракції	Початкова постекстракційна атрофія	Зменшення втрати ширини та висоти гребеня	Не усуває повністю ризик дегісценцій і вторинної аугментації	[2]
Ridge split	Горизонтальний дефіцит при збереженій висоті	Приріст ширини орієнтовно 3-5 мм, висока виживаність імплантатів	Технічна чутливість, ризик перелому кортикальної пластинки	[10, 27]
Горизонтальна GBR	Дефіцит ширини альвеолярного гребеня	Відновлення контурів гребеня для встановлення імплантата	Варіабельність протоколів, залежність від стабілізації графта	[11, 28]
Вертикальна GBR з PTFE або Ti-mesh	Вертикальний або комбінований дефект	Клінічно значущий приріст висоти, часто близько 5-6 мм	Експозиція бар'єра, вимоги до м'якотканинного покриття	[6-9, 29]
Синус-аугментація	Дефіцит висоти у бічних відділах верхньої щелепи	Відновлення вертикальної висоти для імплантації	Ризик перфорації мембрани, залежність від анатомії пазухи	[12-14]
CAD/CAM та 3D-друковані каркаси	Складні 3D-дефекти, потреба у персоналізації контуру	Точна адаптація до дефекту та контроль геометрії регенерату	Висока вартість, потреба у цифровому плануванні, ризик експозиції зберігається	[16-19, 25, 26]

Метод	Клінічне показання	Очікуваний ефект	Основне обмеження	Джерела
DLP-друковані біоактивні scaffold-системи (PTMC-SrHA)	Доклінічні моделі великих кісткових дефектів; потенційна персоналізована заміна кістки	Контрольована пористість 60,1-74,3 %, високий вміст HA/SrHA, поєднання архітектурної та біохімічної стимуляції	Немає прямих клінічних даних щодо імплантації в атрофічних щелепах; потребує трансляційної валідації	[24]

Джерело: сформовано автором за даними систематичних оглядів, рандомізованих клінічних досліджень.

Гістоморфометричний аналіз є важливим інструментом оцінки реальної ефективності аугментації. Лінійний приріст кістки не відображає співвідношення зрілої ламелярної кістки, залишкового матеріалу та фіброзного компонента. Cuschi та ін. показали, що частка новоутвореної кістки при використанні індивідуалізованих титанових сіток залежить від поєднання графта, мембрани та стабільності бар'єрної системи [20]. Дані Del Fabbro та ін. щодо синус-аугментації також демонструють, що наявність залишкового матеріалу не завжди знижує клінічну стабільність імплантатів, якщо забезпечено достатній об'єм і функціональну інтеграцію регенерату [12].

Слід зазначити, що можливі ускладнення необхідно враховувати при виборі методу. Експозиція бар'єра є одним із найважливіших ризиків вертикальної та комбінованої аугментації. Її виникнення пов'язане з механічним тиском конструкції, недостатньою товщиною слизової, натягом клаптя, інфікуванням та індивідуальними особливостями загоєння. Додавання колагенової мембрани до титанового бар'єра не завжди статистично знижує ускладнення, що свідчить про більшу роль м'якотканинного менеджменту та дизайну закриття [29].

Оцінка переносимості втручання пацієнтом також має значення для обґрунтування методу. Аутогенні блокові трансплантати можуть забезпечувати швидшу інтеграцію, але пов'язані з болем, набряком, ризиком ускладнень у донорській ділянці та потенційними нейросенсорними порушеннями. Систематичний огляд Salahі та ін. підтверджує, що більшість процедур аугментації добре переносяться, проте пацієнт-орієнтовані результати повинні враховуватися при виборі між блоковою аугментацією та GBR-протоколами [30].

Довгострокова стабільність залишається вирішальним критерієм. Дані Kablan щодо реконструкції тяжкої горизонтальної атрофії із тривалим спостереженням демонструють, що при правильному протоколі можна досягати стабільного результату протягом 10-14 років, однак експозиція графта залишається можливою навіть у довгостроково успішних випадках [31]. Це означає, що мета лікування полягає не в повному усуненні всіх ризиків, а в їх прогнозуванні, мінімізації та клінічному контролі.

Для практичного обґрунтування методу імплантації доцільно використовувати комплексний підхід, який зіставляє тип дефекту, цільову позицію імплантата, стан м'яких тканин, потребу у вертикальному або горизонтальному прирості та допустимий рівень інвазивності (табл. 3) [6, 8, 25, 26, 29].

Таблиця 3

Обґрунтування вибору аугментаційної стратегії залежно від типу атрофічного дефекту

Клінічна ситуація	Пріоритетне рішення	Аргумент вибору	Фактор контролю
Свіжа післяекстракційна лунка з ризиком резорбції	ARP або GBR-ARP	Зменшення втрати об'єму на ранньому етапі	Збереження вестибулярної пластинки та м'якотканинного контуру
Помірний горизонтальний дефіцит без вираженої втрати висоти	Ridge split або горизонтальна GBR	Можливість відновити ширину для імплантата стандартного діаметра	Товщина кортикальних пластинок і ризик неконтрольованого перелому
Виражений вертикальний дефіцит	Вертикальна GBR з жорстким бар'єром	Потреба у стабілізації простору проти м'якотканинного тиску	Безпечне закриття, біотип слизової, профілактика експозиції
Складний тривимірний дефект	CAD/CAM Ti-mesh або індивідуалізований каркас	Попереднє моделювання контуру та контроль геометрії регенерату	Точність цифрового планування і стан м'яких тканин
Бічні відділи верхньої щелепи з дефіцитом висоти	Синус-аугментація з індивідуальним вибором графта	Відновлення вертикальної висоти в зоні пневматизації пазухи	Стан мембрани Шнайдера, залишкова висота кістки, стабільність графта
Потреба у зниженні донорської морбідності	Синтетичний або комбінований графт	Зменшення інвазивності при збереженні каркасної функції	Темп ремоделювання і частка новоутвореної кістки

Джерело: сформовано автором за даними [6-11, 16-19, 25, 26, 29]

Такий підхід до вибору показує, що метод імплантації в умовах атрофії кісткової тканини має визначатися не лише можливістю отримати достатній об'єм кістки, а й імовірністю збереження цього об'єму після загоєння та навантаження. При горизонтальних дефектах ключовим є відновлення ширини з мінімальним ризиком зміни контуру [10, 11]; при вертикальних дефектах критичним стає стабільність бар'єра [6-9, 29]; при тривимірних дефектах зростає роль цифрового моделювання [16-19, 25, 26]; при синус-зоні необхідно враховувати стан пазухи та залишкову висоту кістки [12-14].

Із практичної позиції доцільно відокремлювати три рівні обґрунтування. Перший рівень – анатомічний, який визначає, чи може імплантат бути встановлений без зміни протетичної позиції. Другий рівень – біологічний, який оцінює здатність тканин забезпечити регенерацію та покриття бар'єра. Третій рівень – технологічний, який визначає, чи потрібні CAD/CAM-конструкції, 3D-друковані блоки, комбіновані графти або клітинна біоактивація. Помилка виникає тоді, коли технологічний рівень починає домінувати над біологічним. У таких випадках навіть персоналізований каркас не компенсує тонку слизову, дефіцит васкуляризації або неконтрольований натяг клаптя.

Окрему увагу слід приділяти строкам імплантації. Одномоментна імплантація можлива за умови достатнього залишкового об'єму кістки, відсутності активного запалення та можливості первинної стабільності імплантата. Відтермінована імплантація є доцільною при великих дефектах, вертикальній

атрофії, необхідності формування стабільного регенерату або високому ризику м'якотканинних ускладнень. Yu та ін. підкреслюють, що вибір між одноетапним і staged-підходом повинен базуватися на морфології дефекту та прогнозованості стабілізації графта [4].

У різних пацієнтів однакова формальна висота або ширина гребеня може мати різне клінічне значення через відмінності щільності кістки, товщини слизової, локалізації дефекту, оклюзійного навантаження та протетичного плану [4, 10, 15]. Тому науково коректним є перехід від універсальної схеми “дефіцит кістки – аугментація – імплантація” до персоналізованої моделі “тип дефекту – біологічні умови – регенеративна стратегія – імплантаційне рішення”.

В наш час в Україні в Державній установі «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України» проводяться дослідження, які присвячені вивченню сучасних методів дентальної імплантації та визначення їх ефективності в умовах атрофії кісткової тканини. Вони спрямовані на підвищення ефективності відновлення атрофованої кісткової тканини в ділянці планованої дентальної імплантації шляхом розробки нової методики кісткової пластики. Це підхід поєднує цифрові операційні протоколи, імпланто-альвеолярний комплекс, фібринові мембрани, збагачені тромбоцитами.

Висновки.

Атрофія кісткової тканини щелеп є клінічно значущим чинником, який визначає можливість, позицію та прогноз дентальної імплантації. Обґрунтування методу імплантації повинно починатися з аналізу типу дефекту. Керована кісткова регенерація залишається базовою концепцією аугментаційного лікування. Її результат залежить від стабільності простору, бар'єрної ізоляції, васкуляризації, м'якотканинного покриття та контролю інфекційних ризиків. CAD/CAM, 3D-друк і клітинні технології підвищують точність планування та відкривають можливості персоналізованої регенерації, але не усувають біологічні ризики, пов'язані з м'якими тканинами, васкуляризацією та загоєнням рани.

Література:

1. Buser D., Urban I., Monje A., Kunrath M. F., Dahlin C. Guided bone regeneration in implant dentistry: Basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology* 2000. 2023. Vol. 93(1). P. 9-25. <https://doi.org/10.1111/prd.12539>.
2. MacBeth N. D., Donos N., Mardas N. Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration or socket seal technique. A randomised, single-blind controlled clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*. 2022. Vol. 33(7). P. 681-699. <https://doi.org/10.1111/clr.13933>.
3. Al-Bayati S. A. A. F., Reddy M. S., Rana D., Srinivasan D., Shanmugaavel K. A., Pradeep C. Bone augmentation in oral implantology: a systematic review. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. 2025. Vol. 17, Suppl. 2. P. S1124-S1127. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1755_24.
4. Yu S. H., Saleh M. H. A., Wang H. L. Simultaneous or staged lateral ridge augmentation: a clinical guideline on the decision-making process. *Periodontology* 2000. 2023. Vol. 93, № 1. P. 107-128. <https://doi.org/10.1111/prd.12512>.
5. Zhang M., Zhou Z., Yun J., Liu R., Li J., Chen Y., Cai H., Jiang H. B., Lee E. S., Han J., Sun Y. Effect of different membranes on vertical bone regeneration: a systematic review and network meta-analysis. *BioMed Research International*. 2022. Article ID 7742687. <https://doi.org/10.1155/2022/7742687>.

6. Urban I. A., Saleh M. H. A., Ravidà A., Forster A., Wang H. L., Barath Z. Vertical bone augmentation utilizing a titanium-reinforced PTFE mesh: a multivariate analysis of influencing factors. *Clinical Oral Implants Research*. 2021. Vol. 32, № 7. P. 828-839. <https://doi.org/10.1111/clr.13755>.
7. Ragucci G. M., Augè A. F., Parra A. T., Elnayef B., Hernández-Alfaro F. Comparison between CAD/CAM titanium mesh vs. conventional titanium mesh in bone regeneration: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Implant Dentistry*. 2025. Vol. 11, № 1. Article 55. <https://doi.org/10.1186/s40729-025-00643-5>.
8. Ng E., Donos N., Jaafar M. A., Tay J. R. H., Mardas N. Clinical outcomes of titanium mesh for alveolar bone augmentation: an umbrella review. *Clinical and Experimental Dental Research*. 2025. Vol. 11, № 6. e70250. <https://doi.org/10.1002/cre2.70250>.
9. Cucchi A., Bettini S., Tedeschi L., Urban I., Franceschi D., Fiorino A., Corinaldesi G. Complication, vertical bone gain, volumetric changes after vertical ridge augmentation using customized reinforced PTFE mesh or Ti-mesh. A non-inferiority randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*. 2024. Vol. 35, № 12. P. 1616-1639. <https://doi.org/10.1111/clr.14350>.
10. Lin Y., Li G., Xu T., Zhou X., Luo F. The efficacy of alveolar ridge split on implants: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2023. Vol. 23, № 1. Article 894. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03643-2>.
11. Smeets R., Matthies L., Windisch P., Gosau M., Jung R., Brodala N., Stefanini M., Kleinheinz J., Payer M., Henningsen A., Al-Nawas B., Knipfer C. Horizontal augmentation techniques in the mandible: a systematic review. *International Journal of Implant Dentistry*. 2022. Vol. 8, № 1. Article 23. <https://doi.org/10.1186/s40729-022-00421-7>.
12. Del Fabbro M., Taschieri S., Corbella S. Efficacy of different materials for maxillary sinus floor augmentation with lateral approach: a systematic review. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2025. Vol. 27, № 3. e70053. <https://doi.org/10.1111/cid.70053>.
13. Pogacian-Maier A. C., Mester A., Morariu R. L., Campian R. S., Tent A. The use of allograft bone in the lateral approach of sinus floor elevation: a systematic review of clinical studies. *Medicina*. 2024. Vol. 60, № 2. Article 252. <https://doi.org/10.3390/medicina60020252>.
14. Abushama A. A., Alim N., AlTuraiki A. M., AlQahtani T. T., Alotaibi N. T., AlQahtani M. M., AlQahtani N. M. Comparison of xenograft and allograft bone graft for oral and maxillofacial surgical preparation prior to dental implantation: a systematic review. *F1000Research*. 2025. Vol. 14. Article 718. <https://doi.org/10.12688/f1000research.163924.1>.
15. Sanz M., Gjerde C., Gjertsen B. T., Ortiz-Vigón A., Sanchez N., Hoornaert A., Caballe-Serrano J., et al. Bone augmentation of atrophic alveolar ridges using a synthetic bone substitute with mesenchymal stem cells: a randomized, controlled clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*. 2025. Vol. 36, № 11. P. 1498-1514. <https://doi.org/10.1111/clr.70025>.
16. Ivanovski S., Breik O., Carluccio D., Alayan J., Staples R., Vaquette C. 3D printing for bone regeneration: challenges and opportunities for achieving predictability. *Periodontology 2000*. 2023. Vol. 93, № 1. P. 358-384. <https://doi.org/10.1111/prd.12525>.
17. Chiapasco M., Casentini P., Tommasato G., Dellavia C., Del Fabbro M. Customized CAD/CAM titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: preliminary results of a retrospective clinical study in humans. *Clinical Oral Implants Research*. 2021. Vol. 32, № 4. P. 498-510. <https://doi.org/10.1111/clr.13720>.
18. Kim N. H., Yang B. E., On S. W., Kwon I. J., Ahn K. M., Lee J. H., Byun S. H. Customized three-dimensional printed ceramic bone grafts for osseous defects: a prospective randomized study. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, № 1. Article 3397. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53686-w>.
19. Ivanovski S., Staples R., Arora H., Vaquette C., Alayan J. Alveolar bone regeneration using a 3D-printed patient-specific resorbable scaffold for dental implant placement: a case report. *Clinical Oral Implants Research*. 2024. Vol. 35, № 12. P. 1655-1668. <https://doi.org/10.1111/clr.14340>.

20. Cucchi A., Bettini S., Fiorino A., Maglio M., Marchiori G., Corinaldesi G., Sartori M. Histological and histomorphometric analysis of bone tissue using customized titanium meshes with or without resorbable membranes: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*. 2024. Vol. 35, № 1. P. 114-130. <https://doi.org/10.1111/clr.14202>.

21. Wang M., Li Y., Su Z., Mo A. Clinical and radiographic outcomes of customized allogeneic bone block versus autogenous bone block for ridge augmentation: 6-month results of a randomized controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*. 2023. Vol. 50, № 1. P. 22-35. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13714>.

22. Potapchuk A., Almashi V., Bretsko Y. Retrospective analysis of the effectiveness of modern bone plastic methods in dental implantation. *Wiadomości Lekarskie*. 2025. № 11. P. 2463-2470. <https://doi.org/10.36740/WLek/214797>.

23. Takallu S., Kakian F., Bazargani A., Khorshidi H., Mirzaei E. Development of antibacterial collagen membranes with optimal silver nanoparticle content for periodontal regeneration. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14, № 1. Article 7262. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57951-w>.

24. Shaikh S., Mehrotra S., van Bochove B., Teotia A. K., Singh P., Laurén I., Lindfors N. C., Seppälä J., Kumar A. Strontium-substituted nanohydroxyapatite containing biodegradable 3D printed composite scaffolds for bone regeneration. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2024. Vol. 16, № 47. P. 65378-65393. <https://doi.org/10.1021/acsami.4c16195>.

25. Li S., Zhao J., Xie Y., Tian T., Zhang T., Cai X. Hard tissue stability after guided bone regeneration: a comparison between digital titanium mesh and resorbable membrane. *International Journal of Oral Science*. 2021. Vol. 13, № 1. Article 37. <https://doi.org/10.1038/s41368-021-00143-3>.

26. Yang W., Chen D., Wang C., Apicella D., Apicella A., Huang Y., Li L., et al. The effect of bone defect size on the 3D accuracy of alveolar bone augmentation performed with additively manufactured patient-specific titanium mesh. *BMC Oral Health*. 2022. Vol. 22, № 1. Article 557. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02557-9>.

27. Omara M., Mekhemer S., Mansour S., Ahmed Y. Ridge splitting using autogenous bone wedge versus the conventional intercoronal augmentation technique in horizontally deficient anterior maxilla: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2025. Vol. 25, № 1. Article 955. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06345-z>.

28. Lorenz J., Ghanaati S., Aleksic Z., Milinkovic I., Lazic Z., Magić M., Wessing B., et al. Horizontal guided bone regeneration of the posterior mandible to allow implant placement: 1-year prospective study results. *Clinical Oral Implants Research*. 2025. Vol. 36, № 1. P. 100-116. <https://doi.org/10.1111/clr.14363>.

29. Yousefi-Koma A. A., Amid R., Moscowchi A., Nokhbatolfighahaei H., Kadkhodazadeh M. Accompanying titanium meshes and titanium-reinforced membranes with collagen membranes in vertical alveolar ridge augmentations: a systematic review. *Journal of Functional Biomaterials*. 2025. Vol. 16, № 7. Article 246. <https://doi.org/10.3390/jfb16070246>.

30. Salahi S., Shaar M. K., Pitman J., Vervaeke S., Cosyn J., Younes F., De Bruyckere T. Patient-reported outcomes in intraoral bone block augmentation compared to GBR procedures prior to implant placement: a systematic review. *Journal of Clinical Medicine*. 2025. Vol. 14, № 15. Article 5331. <https://doi.org/10.3390/jcm14155331>.

31. Kablan F. A new approach for reconstruction of severe horizontal atrophy of the posterior mandible using the honeycomb technique: a 10-14 year follow-up retrospective study. *Journal of Clinical Medicine*. 2025. Vol. 14, № 7. Article 2246. <https://doi.org/10.3390/jcm14072246>.

References:

1. Buser, D., Urban, I., Monje, A., Kunrath, M. F., & Dahlin, C. (2023). Guided bone regeneration in implant dentistry: Basic principle, progress over 35 years, and recent research activities. *Periodontology 2000*, 93(1), 9–25. <https://doi.org/10.1111/prd.12539>.

2. MacBeth, N. D., Donos, N., & Mardas, N. (2022). Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration or socket seal technique. A randomised, single-blind controlled clinical trial. *Clinical oral implants research*, 33(7), 681–699. <https://doi.org/10.1111/clr.13933>.
3. Al-Bayati, S. A. A. F., Reddy, M. S., Rana, D., Srinivasan, D., Shanmugaavel, K. A., & Pradeep, C. (2025). Bone Augmentation in Oral Implantology: A Systematic Review. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 17(Suppl 2), S1124–S1127. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1755_24.
4. Yu, S. H., Saleh, M. H. A., & Wang, H. L. (2023). Simultaneous or staged lateral ridge augmentation: A clinical guideline on the decision-making process. *Periodontology 2000*, 93(1), 107–128. <https://doi.org/10.1111/prd.12512>.
5. Zhang, M., Zhou, Z., Yun, J., Liu, R., Li, J., Chen, Y., Cai, H., Jiang, H. B., Lee, E. S., Han, J., & Sun, Y. (2022). Effect of Different Membranes on Vertical Bone Regeneration: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *BioMed research international*, 2022, 7742687. <https://doi.org/10.1155/2022/7742687>.
6. Urban, I. A., Saleh, M. H. A., Ravidà, A., Forster, A., Wang, H. L., & Barath, Z. (2021). Vertical bone augmentation utilizing a titanium-reinforced PTFE mesh: A multi-variate analysis of influencing factors. *Clinical oral implants research*, 32(7), 828–839. <https://doi.org/10.1111/clr.13755>.
7. Ragucci, G. M., Augè, A. F., Parra, A. T., Elnayef, B., & Hernández-Alfaro, F. (2025). Comparison between CAD/CAM titanium mesh vs. conventional titanium mesh in bone regeneration: a systematic review and meta-analysis. *International journal of implant dentistry*, 11(1), 55. <https://doi.org/10.1186/s40729-025-00643-5>.
8. Ng, E., Donos, N., Jaafar, M. A., Tay, J. R. H., & Mardas, N. (2025). Clinical Outcomes of Titanium Mesh for Alveolar Bone Augmentation: An Umbrella Review. *Clinical and experimental dental research*, 11(6), e70250. <https://doi.org/10.1002/cre2.70250>.
9. Cucchi, A., Bettini, S., Tedeschi, L., Urban, I., Franceschi, D., Fiorino, A., & Corinaldesi, G. (2024). Complication, vertical bone gain, volumetric changes after vertical ridge augmentation using customized reinforced PTFE mesh or Ti-mesh. A non-inferiority randomized clinical trial. *Clinical oral implants research*, 35(12), 1616–1639. <https://doi.org/10.1111/clr.14350>.
10. Lin, Y., Li, G., Xu, T., Zhou, X., & Luo, F. (2023). The efficacy of alveolar ridge split on implants: a systematic review and meta-analysis. *BMC oral health*, 23(1), 894. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03643-2>.
11. Smeets, R., Matthies, L., Windisch, P., Gosau, M., Jung, R., Brodala, N., Stefanini, M., Kleinheinz, J., Payer, M., Henningsen, A., Al-Nawas, B., & Knipfer, C. (2022). Horizontal augmentation techniques in the mandible: a systematic review. *International journal of implant dentistry*, 8(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40729-022-00421-7>.
12. Del Fabbro, M., Taschieri, S., & Corbella, S. (2025). Efficacy of Different Materials for Maxillary Sinus Floor Augmentation With Lateral Approach. A Systematic Review. *Clinical implant dentistry and related research*, 27(3), e70053. <https://doi.org/10.1111/cid.70053>.
13. Pogacian-Maier, A. C., Mester, A., Morariu, R. L., Campian, R. S., & Tent, A. (2024). The Use of Allograft Bone in the Lateral Approach of Sinus Floor Elevation: A Systematic Review of Clinical Studies. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 60(2), 252. <https://doi.org/10.3390/medicina60020252>.
14. Abushama, A. A., Alim, N., AlTuraiki, A. M., AlQahtani, T. T., Alotaibi, N. T., AlQahtani, M. M., & AlQahtani, N. M. (2025). Comparison of xenograft and allograft bone graft for oral and maxillofacial surgical preparation prior to dental implantation: A systematic review. *F1000Research*, 14, 718. <https://doi.org/10.12688/f1000research.163924.1>.
15. Sanz, M., Gjerde, C., Gjertsen, B. T., Ortiz-Vigón, A., Sanchez, N., Hoornaert, A., Caballe-Serrano, J., Giralt-Hernando, M., Gaultier, F., Reinald, N., Pinholt, E. M., Rojewski, M., Rouard, H.,

Chevallier, N., Mohamed-Ahmed, S., Shi, X., Shi, T. J., Schrezenmeier, H., Layrolle, P., & Mustafa, K. (2025). Bone Augmentation of Atrophic Alveolar Ridges Using a Synthetic Bone Substitute With Mesenchymal Stem Cells: A Randomized, Controlled Clinical Trial. *Clinical oral implants research*, 36(11), 1498–1514. <https://doi.org/10.1111/clr.70025>.

16. Ivanovski, S., Breik, O., Carluccio, D., Alayan, J., Staples, R., & Vaquette, C. (2023). 3D printing for bone regeneration: challenges and opportunities for achieving predictability. *Periodontology 2000*, 93(1), 358–384. <https://doi.org/10.1111/prd.12525>.

17. Chiapasco, M., Casentini, P., Tommasato, G., Dellavia, C., & Del Fabbro, M. (2021). Customized CAD/CAM titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: Preliminary results of a retrospective clinical study in humans. *Clinical oral implants research*, 32(4), 498–510. <https://doi.org/10.1111/clr.13720>.

18. Kim, N. H., Yang, B. E., On, S. W., Kwon, I. J., Ahn, K. M., Lee, J. H., & Byun, S. H. (2024). Customized three-dimensional printed ceramic bone grafts for osseous defects: a prospective randomized study. *Scientific reports*, 14(1), 3397. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53686-w>.

19. Ivanovski, S., Staples, R., Arora, H., Vaquette, C., & Alayan, J. (2024). Alveolar bone regeneration using a 3D-printed patient-specific resorbable scaffold for dental implant placement: A case report. *Clinical oral implants research*, 35(12), 1655–1668. <https://doi.org/10.1111/clr.14340>.

20. Cucchi, A., Bettini, S., Fiorino, A., Maglio, M., Marchiori, G., Corinaldesi, G., & Sartori, M. (2024). Histological and histomorphometric analysis of bone tissue using customized titanium meshes with or without resorbable membranes: A randomized clinical trial. *Clinical oral implants research*, 35(1), 114–130. <https://doi.org/10.1111/clr.14202>.

21. Wang, M., Li, Y., Su, Z., & Mo, A. (2023). Clinical and radiographic outcomes of customized allogeneic bone block versus autogenous bone block for ridge augmentation: 6 Month results of a randomized controlled clinical trial. *Journal of clinical periodontology*, 50(1), 22–35. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13714>.

22. Potapchuk, A., Almashi, V., & Bretsko, Y. (2025). Retrospective analysis of the effectiveness of modern bone plastic methods in dental implantation (literature review). *Wiadomosci lekarskie (Warsaw, Poland : 1960)*, 78(11), 2463–2470. <https://doi.org/10.36740/WLek/214797>.

23. Takallu, S., Kakian, F., Bazargani, A., Khorshidi, H., & Mirzaei, E. (2024). Development of antibacterial collagen membranes with optimal silver nanoparticle content for periodontal regeneration. *Scientific reports*, 14(1), 7262. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57951-w>.

24. Shaikh, S., Mehrotra, S., van Bochove, B., Teotia, A. K., Singh, P., Laurén, I., Lindfors, N. C., Seppälä, J., & Kumar, A. (2024). Strontium-Substituted Nanohydroxyapatite Containing Biodegradable 3D Printed Composite Scaffolds for Bone Regeneration. *ACS applied materials & interfaces*, 16(47), 65378–65393. <https://doi.org/10.1021/acsami.4c16195>.

25. Li, S., Zhao, J., Xie, Y., Tian, T., Zhang, T., & Cai, X. (2021). Hard tissue stability after guided bone regeneration: a comparison between digital titanium mesh and resorbable membrane. *International journal of oral science*, 13(1), 37. <https://doi.org/10.1038/s41368-021-00143-3>.

26. Yang, W., Chen, D., Wang, C., Apicella, D., Apicella, A., Huang, Y., Li, L., Zheng, L., Ji, P., Wang, L., & Fan, Y. (2022). The effect of bone defect size on the 3D accuracy of alveolar bone augmentation performed with additively manufactured patient-specific titanium mesh. *BMC oral health*, 22(1), 557. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02557-9>.

27. Omara, M., Mekhemer, S., Mansour, S., & Ahmed, Y. (2025). Ridge splitting using autogenous bone wedge versus the conventional intercortical augmentation technique in horizontally deficient anterior maxilla: a randomized clinical trial. *BMC oral health*, 25(1), 955. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06345-z>.

28. Lorenz, J., Ghanaati, S., Aleksic, Z., Milinkovic, I., Lazic, Z., Magić, M., Wessing, B., Grotenclos, R. S., Merli, M., Mariotti, G., Bressan, E., De Stavola, L., & Sader, R. (2025). Horizontal

Guided Bone Regeneration of the Posterior Mandible to Allow Implant Placement: 1-Year Prospective Study Results. *Clinical oral implants research*, 36(1), 100–116. <https://doi.org/10.1111/clr.14363>.

29. Yousefi-Koma, A. A., Amid, R., Moscowchi, A., Nokhbatolfoghahaei, H., & Kadkhodazadeh, M. (2025). Accompanying Titanium Meshes and Titanium-Reinforced Membranes with Collagen Membranes in Vertical Alveolar Ridge Augmentations: A Systematic Review. *Journal of functional biomaterials*, 16(7), 246. <https://doi.org/10.3390/jfb16070246>.

30. Salahi, S., Shaar, M. K., Pitman, J., Vervaeke, S., Cosyn, J., Younes, F., & De Bruyckere, T. (2025). Patient-Reported Outcomes in Intraoral Bone Block Augmentation Compared to GBR Procedures Prior to Implant Placement: A Systematic Review. *Journal of clinical medicine*, 14(15), 5331. <https://doi.org/10.3390/jcm14155331>.

31. Kablan F. (2025). A New Approach for Reconstruction of Severe Horizontal Atrophy of the Posterior Mandible Using "The Honeycomb Technique": A 10-14 Year Follow-Up Retrospective Study. *Journal of clinical medicine*, 14(7), 2246. <https://doi.org/10.3390/jcm14072246>.

Дата першого надходження статті до видання: 13.05.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.05.2026