

УДК 616.31

DOI <https://doi.org/10.35220/2078-8916-2024-53-3.21>**К.К. Романов,**

аспірант,

Державна установа «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України»,
вул. Рішельєвська, 11, м. Одеса, Україна, індекс 65026

Г.О. Бабеня,

кандидат медичних наук,

Державна установа «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України»,
вул. Рішельєвська, 11, м. Одеса, Україна, індекс 65026

С.А. Шнайдер,

доктор медичних наук, професор,

Державна установа «Інститут стоматології та щелепно-лицевої хірургії Національної академії медичних наук України»,
вул. Рішельєвська, 11, м. Одеса, Україна, індекс 65026

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ МЕТОДИК ЛАТЕРАЛЬНОЇ КІСТКОВОЇ ПЛАСТИКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Альвеолярний відросток – це важлива динамічна структура, яка відповідає за підтримку зубів і безперервно адаптується до механічних навантажень, таких як жування та інші функції ротової порожнини. Його об'єм і форма залежать від положення та осі прорізування зубів, а також від механічної взаємодії з пародонтальною зв'язкою. Після втрати зуба, внаслідок відсутності навантажень, відбуваються значні зміни в кістковій тканині: остеокласти посилюють свою діяльність, що призводить до резорбції кістки, тоді як остеобласти знижують активність, сприяючи атрофії альвеолярного відростка. Цей процес найбільш інтенсивний у перші місяці після втрати зубів. Втрата зубів і відповідне зниження об'єму кісткової тканини створюють значні труднощі для проведення денทัลної імплантації. У таких випадках критично важливо застосовувати методи відновлення об'єму кістки, такі як кісткова аугментація, синус-ліфтинг і направлена регенерація кісткової тканини. Ці процедури спрямовані на те, щоб відновити функціональну структуру щелепи і створити необхідні умови для успішної остеointegraції денціальних імплантів. Сучасні дослідження показують, що застосування кісткової пластики перед імплантацією значно підвищує стабільність імплантів та прогнозованість результатів. Наприклад, методи направленої кісткової регенерації, що включають використання бар'єрних мембран та інших біоматеріалів, демонструють високу ефективність у забезпеченні успішної імплантації навіть у складних випадках. Клінічні дані свідчать про те, що застосування аутогенних

та ксеногенних матеріалів для відновлення дефектів кісткової тканини сприяє тривалій стабільності імплантів. Крім того, новітні технології в регенерації кісткової тканини, такі як використання факторів росту і стовбурових клітин, відкривають нові перспективи для прискорення та покращення якості відновлювальних процесів. Ці методи стимулюють більш швидку та ефективну регенерацію кістки, що знижує ризик ускладнень і підвищує шанси на успішну імплантацію. Таким чином, технології кісткової пластики постійно удосконалюються, що дозволяє покращити не лише результати лікування, але й загальну якість життя пацієнтів. Однією з найважливіших проблем, з якими стикаються стоматологи при плануванні денทัลної імплантації, є недостатній об'єм кісткової тканини в зоні альвеолярного гребеня. Без належної кількості кістки імплантат не може бути встановлений стабільно, що може призвести до ускладнень або навіть відмови від процедури. Втрата кісткової тканини відбувається не лише після видалення зуба, але й через пародонтальні захворювання, травми та інфекції. Тому важливо враховувати всі можливі фактори, які можуть вплинути на успішність лікування, і застосовувати індивідуальний підхід до кожного пацієнта. Загалом, відновлення достатнього об'єму кісткової тканини є ключовим фактором для довготривалого успіху денทัลної імплантації. Сучасні методи кісткової аугментації, направленої кісткової регенерації та інноваційні матеріали дозволяють значно покращити результати хірургічного втручання, навіть у складних клінічних випадках. Індивідуальний підхід, ретельне планування та використання сучасних хірургічних технологій забезпечують високі показники успішності денทัลної імплантації і дають можливість пацієнтам повернути не лише естетичну привабливість посмішки, а й функціональність зубів.

Ключові слова: альвеолярний відросток, кісткова аугментація, денціальна імплантація, резорбція кісткової тканини, синус-ліфтинг, направлена кісткова регенерація.

К.К. Romanov,

Postgraduate Student,

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

11 Rishelievskaya street, Odesa, Ukraine, postal code 65026

Н.О. Babenia,

Candidate of Medical Sciences,

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

11 Rishelievskaya street, Odesa, Ukraine, postal code 65026

С.А. Shnaider,

Doctor of Medical Sciences, Professor,

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

11 Rishelievskaya street, Odesa, Ukraine, postal code 65026

ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF USING DIFFERENT METHODS OF BONE PLASTIC (LITERATURE REVIEW)

The alveolar process is a vital dynamic structure responsible for supporting teeth and constantly adapting to mechanical loads, such as chewing and other oral functions. Its volume and shape depend on the position and axis of tooth eruption, as well as mechanical interaction with the periodontal ligament. After tooth loss, significant changes occur in the bone tissue due to the lack of loading: osteoclasts increase their activity, leading to bone resorption, while osteoblast activity decreases, contributing to alveolar process atrophy. This process is most intense in the first few months after tooth loss. Tooth loss and the subsequent reduction in bone volume create significant challenges for dental implantation. In such cases, it is critically important to apply methods for restoring bone volume, such as bone augmentation, sinus lifting, and guided bone regeneration. These procedures are aimed at restoring the functional structure of the jaw and creating the necessary conditions for successful osseointegration of dental implants. Modern studies show that bone grafting before implantation significantly increases implant stability and result predictability. For example, guided bone regeneration methods, including the use of barrier membranes and other biomaterials, demonstrate high efficiency in ensuring successful implantation even in complex cases. Clinical data indicate that using autogenous and xenogeneic materials to restore bone defects contributes to the long-term stability of implants. Furthermore, cutting-edge technologies in bone regeneration, such as the use of growth factors and stem cells, open new prospects for accelerating and improving the quality of recovery processes. These methods stimulate faster and more effective bone regeneration, reducing the risk of complications and increasing the chances of successful implantation. Thus, bone grafting technologies are constantly evolving, allowing not only to improve treatment outcomes but also to enhance the overall quality of life for patients. One of the most important issues dentists face when planning dental implantation is the insufficient volume of bone tissue in the area of the alveolar ridge. Without an adequate amount of bone, the implant cannot be stably placed, which can lead to complications or even cancellation of the procedure. Bone loss occurs not only after tooth extraction but also due to periodontal diseases, trauma, and infections. Therefore, it is essential to consider all possible factors that may affect treatment success and apply an individual approach to each patient. In general, restoring sufficient bone volume is a key factor for the long-term success of dental implantation. Modern methods of bone augmentation, guided bone regeneration, and innovative materials significantly improve surgical outcomes, even in complex clinical cases. An individualized approach, careful planning, and the use of modern surgical technologies ensure high success rates of dental implants, allowing patients to regain not only the aesthetic appeal of their smile but also the functionality of their teeth.

Key words: alveolar process, bone augmentation, dental implantation, bone resorption, sinus lifting, guided bone regeneration.

Альвеолярний паросток це зубозалежна тканина, яка розвивається у зв'язку з прорізуванням зубів, окрім того його об'єм та форма напряму залежить від форми та осі прорізування зубів [1]. Альвеолярний відросток відіграє критичну роль у підтриманні зубів, забезпечуючи їх стабільність через механічну взаємодію з періодонтальною зв'язкою. Це динамічна структура, яка адаптується до змін механічних навантажень, що виникають під час жування та інших функцій. Періодонтальна зв'язка передає сили, що діють на зуби, до альвеолярної кістки, стимулюючи процес ремоделювання кісткової тканини. Остеокласти та остеобласти – ключові клітини, що відповідають за резорбцію та формування нової кістки, що забезпечує підтримання об'єму і щільності альвеолярного відростка [2].

Коли відбувається втрата зубів, це призводить до значних змін у кістковій тканині. Без механічних навантажень через зуби активність остеокластів зростає, викликаючи прискорену резорбцію кістки [3]. Одночасно знижується активність остеобластів, що призводить до зменшення утворення нової кістки і атрофії альвеолярного відростка. Цей процес найбільш активний у перші місяці після втрати зуба. Клітини остеоцити, які відіграють роль механосенсорів, беруть участь у регуляції кісткового метаболізму, передаючи сигнали, що підтримують баланс між резорбцією і новоутворенням кістки [4].

Зміни в альвеолярній кістці після втрати зубів потребують втручання для відновлення втраченого об'єму. Це може включати процедури кісткової аугментації або встановлення зубних імплантатів, які сприяють підтриманню функціональної структури щелеп і запобігають подальшій атрофії кісткової тканини [5].

Відновлення об'єму кісткової тканини має вирішальне значення для довготривалого успіху імплантації. Дослідження доводять, що після проведення кісткової пластики імплантати мають кращу стабільність та прогнозований результат. Наприклад, згідно з роботою Buser et al. (2016) [6], успішність імплантації значно підвищується при використанні методів направленої кісткової регенерації. В іншому дослідженні Venic та Hämmerle (2014) [7] було показано, що кісткова пластика є ефективним рішенням для лікування дефектів кісткової тканини перед імплантацією, що забезпечує тривалу стабільність імплантатів.

Крім того, технології кісткової пластики продовжують розвиватися, включаючи використання факторів росту та стовбурових клітин для стиму-

лювання швидшої та якіснішої регенерації кісткової тканини. Це відкриває нові перспективи для підвищення успішності імплантації та поліпшення якості життя пацієнтів.

Однією з найпоширеніших проблем, з якими стикаються стоматологи при плануванні дентальної імплантації, є недостатній об'єм кісткової тканини. Втрата кістки в ділянці альвеолярного гребеня значно обмежує можливості для стабільного розміщення імплантату, що може призвести до ускладнень і відмови від процедури. За оцінками, після втрати зуба кістка атрофується, що призводить до значного зниження її об'єму протягом перших 6-12 місяців. Багато досліджень підтверджують, що успіх дентальної імплантації значною мірою залежить від достатньої кількості кісткової тканини в зоні імплантації.

Втрата кісткової тканини може бути спричинена кількома факторами, серед яких:

Атрофія після видалення зуба. Після втрати зуба відбувається резорбція кістки внаслідок відсутності функціонального навантаження. Дослідження Araujo MG та Lindhe J [8] показують, що до 50 % втрати об'єму кістки відбувається протягом перших 12 місяців після видалення зуба, особливо в області альвеолярного гребеня.

Пародонтальні захворювання. Хронічний пародонтит призводить до руйнування кісткової тканини навколо зуба, що ускладнює процес імплантації. За даними дослідження Darby I [9] та співавторів, пацієнти з анамнезом пародонтиту мають значно вищий ризик кісткової втрати, що робить імплантацію складнішою.

Травми та інфекції. Травматичні ураження щелепи або гострі інфекційні процеси можуть призводити до серйозної втрати кісткової тканини. Наприклад, дослідження Joshi A [10] та співавторів доводить, що травматичні пошкодження щелепного апарату часто призводять до значних дефектів кістки, що потребує реконструктивних хірургічних втручань.

Існує кілька методик, що дозволяють відновити або збільшити об'єм кісткової тканини в ділянці імплантації:

1. Остеопластика (кісткова аугментація). Ця методика використовується для збільшення об'єму кісткової тканини шляхом застосування аутогенних, алогенних або ксеногенних матеріалів. За даними Misch CE [11], використання аугментації перед імплантацією може забезпечити успішність процедури до 95 % випадків.

2. Синус-ліфтинг. У випадках дефіциту кісткової тканини в задніх відділах верхньої щелепи

часто використовується метод синус-ліфтингу. Це дозволяє збільшити висоту кістки для подальшої імплантації. Дослідження Tatum H [12] показує, що цей метод має високу успішність у довготривалій перспективі.

3. Направлена кісткова регенерація (НКР). Техніка направленої кісткової регенерації передбачає використання бар'єрних мембран для захисту місця імплантації та стимуляції природної регенерації кістки. Hämmerle CH та Jung RE [13] у своїх дослідженнях відзначають, що НКР дозволяє успішно відновлювати об'єм кістки навіть у складних випадках.

4. Розщеплення альвеолярного гребеня. Цей метод дозволяє збільшити ширину альвеолярного гребеня шляхом хірургічного розширення. За даними досліджень Jensen OT [14], цей підхід дозволяє досягти високих результатів у пацієнтів з вузьким альвеолярним гребенем.

Відновлення достатньої кількості кісткової тканини є ключовим фактором для успіху імплантації. Різні дослідження підтверджують, що кількість та якість кістки впливають на довготривалу стабільність імплантатів. Наприклад, дослідження Esposito M [15] та співавторів підтверджує, що відновлення кісткової тканини збільшує шанс на успішну остеоінтеграцію імплантатів на 30 %. Однак, важливо зазначити, що успіх хірургічного втручання також залежить від правильного планування і проведення процедур. Недостатній об'єм кісткової тканини є значною проблемою в імплантології, але сучасні методики відновлення кістки значно підвищують шанси на успіх імплантації. Індивідуальний підхід до кожного пацієнта, застосування сучасних хірургічних методів і матеріалів дозволяє досягати високих показників успішності імплантації навіть у складних клінічних випадках.

Латеральна кісткова пластика (Lateral Ridge Augmentation) є ключовим методом для збільшення об'єму горизонтальної кісткової тканини в альвеолярному гребені, що є необхідною умовою для успішної остеоінтеграції дентальних імплантатів. Дефіцит кісткової тканини, особливо в горизонтальному напрямку, часто виникає внаслідок атрофії після видалення зубів, травм або інфекцій, і може стати серйозною перешкодою для імплантації.

Механізм дії та матеріали. Для латеральної кісткової пластики використовуються різноманітні трансплантативні матеріали, серед яких аутогенні трансплантати (кістка пацієнта), алогенні, ксеногенні трансплантати і синтетичні

матеріали. Аутогенна кістка є «золотим стандартом» завдяки своїм остеогенним, остеоіндуктивним і остеокондуктивним властивостям. Ці властивості забезпечують надійну регенерацію кістки за рахунок стимуляції проліферації остеобластів і остеокластів. Однак, використання аутологічної кістки супроводжується певними ризиками, такими як резорбція трансплантата (до 40 %) і додаткові ускладнення з донорських зон [16].

Інші альтернативи включають ксеногенні матеріали, зокрема Bio-Oss (виготовлений на основі демінералізованої кістки бичачого походження), які мають високу біосумісність і сприяють формуванню нової кісткової тканини шляхом остеоіндукції. Однак, такі матеріали не забезпечують остеоіндукцію або остеогенез, тому часто використовуються в поєднанні з аутогенними трансплантатами для покращення кінцевих результатів [17].

Інноваційною технікою є використання аутогенного дентину як трансплантаційного матеріалу. Дентин має схожий склад із кісткою за вмістом неорганічних речовин (приблизно 69 %) і органічних компонентів (приблизно 17,5 %), що робить його ефективною альтернативою для регенерації кісткової тканини. Дослідження показують, що використання дентину для латеральної пластики дозволяє зменшити ризик ускладнень, пов'язаних із забором кістки, і сприяє формуванню стабільної кісткової структури для подальшої імплантації

Оцінка ефективності. Клінічні дослідження свідчать про високу ефективність латеральної кісткової пластики у відновленні горизонтальної ширини альвеолярного гребеня. Наприклад, дослідження показали, що приріст кісткової тканини після операції може сягати 3-5 мм, що є достатнім для успішного встановлення дентальних імплантатів. Успішність процедури залежить від багатьох факторів, зокрема від застосованих матеріалів, методики втручання та індивідуальних особливостей пацієнта [18].

За даними радіографічного та гістологічного аналізу, після використання двошарових трансплантатів (DLT) спостерігалася значна регенерація кісткової тканини. Після 6 місяців було зафіксовано приріст ширини альвеолярного гребеня на 4 мм, що підтверджує ефективність методики для досягнення необхідних умов для остеоінтеграції імплантатів.

Ускладнення та ризики. Основними ускладненнями, що можуть виникати під час латеральної пластики, є резорбція трансплантованого мате-

ріалу, інфекції та відторгнення трансплантата. Однак, завдяки сучасним методам і матеріалам, ці ризики мінімізовані. Успішність імплантатів після латеральної пластики коливається в межах 92-100 % протягом 5 років після процедури [19].

Матеріали для латеральної кісткової пластики. Ксеногенні та алогенні трансплантати є поширеними матеріалами, що використовуються для кісткової пластики у стоматологічній практиці, особливо для латеральної кісткової пластики. Вони представляють собою заміники кісткової тканини, отримані від інших біологічних організмів (ксеногенні) або людей-донорів (алогенні), і мають широкий спектр застосувань у відновленні кісткових дефектів альвеолярного гребеня перед дентальною імплантацією.

Ксеногенні трансплантати – це матеріали, отримані від тварин, що використовуються для заміни або реконструкції тканин у людини. Найчастіше в стоматології та ортопедії використовуються трансплантати, отримані від корів (біоматеріали на основі кісток або тканин). Їхня привабливість полягає у можливості отримання великої кількості матеріалу, який можна обробляти для зменшення ризику передачі інфекцій і поліпшення біосумісності. Однак, навіть після такої обробки існують ризики імунної реакції у реципієнта та відторгнення трансплантата, що є однією з ключових проблем використання ксеногенних матеріалів (Goyenvalle et al., 2018) [20]. Серед сучасних підходів до вирішення цієї проблеми є додаткова обробка матеріалів і використання біоінженерних технологій для оптимізації їх властивостей (Ferreira et al., 2020) [21].

Алогенні трансплантати – це матеріали, отримані від людських донорів (зазвичай трупних), які після ретельної обробки використовуються для відновлення тканин у інших пацієнтів. Алогенні трансплантати є більш привабливим варіантом через кращу біосумісність і нижчий ризик відторгнення в порівнянні з ксеногенними аналогами (Brånemark et al., 2020) [22]. Однак вони не позбавлені певних проблем, зокрема ризику передачі інфекцій, навіть при найсуворішій стерилізації (Glowacki & Mizuno, 2020) [23]. Сучасні методи обробки алогенних матеріалів включають стерилізацію за допомогою гамма-опромінення та дезінфекцію для запобігання інфекціям, а також модифікацію для покращення остеоіндуктивних і остеокондуктивних властивостей.

Порівняльний аналіз ксеногенних та алогенних трансплантатів показує, що кожен з цих

типів має свої переваги і недоліки. «Зокрема, аlogenні трансплантати забезпечують кращу інтеграцію з тканинами людини, проте їхня доступність обмежена через обмежений ресурс донорів» (Buser et al., 2017) [24]. «У свою чергу, ксеногенні матеріали є більш доступними, але ризик імунної реакції та відторгнення залишається високим» (Hernandez et al., 2019) [25]. Важливим напрямом досліджень є розробка методів комбінованої терапії, де ксеногенні матеріали можуть бути модифіковані, щоб зменшити ризик імунної відповіді або використовуватись у поєднанні з алогенними або синтетичними компонентами.

Використання аутогенного дентину. Аутогенний дентин (ADG) використовується як новий підхід у стоматологічній імплантології та реконструкції кісткових дефектів. Він має кілька унікальних властивостей, що робить його ефективним матеріалом для кісткової регенерації. Його фізичні властивості, такі як щільність і структура, подібні до кортикальної кістки, що забезпечує хорошу остеокондукцію та остеоіндукцію. Дослідження показали, що використання аутогенного дентину після видалення зубів, таких як треті моляри, сприяє збереженню об'єму альвеолярного гребеня і підвищенню щільності кістки [26].

Це підтверджується клінічними дослідженнями, які порівнюють результати лікування з використанням дентинного трансплантата та стандартних підходів без використання будь-яких трансплантатів. Виявлено, що на стороні, де застосовувався аутогенний дентин, пацієнти мали значно кращі показники загоєння та збереження кістки. Окрім того, застосування дентину знижує потребу в додаткових хірургічних втручаннях для забору кісткових трансплантатів з інших частин тіла пацієнта, таких як підборіддя або клубова кістка [27].

Дентин можна ефективно використовувати в поєднанні з іншими остеоіндуктивними агентами, такими як збагачена на тромбоцити фібринова мембрана (A-PRF), яка сприяє покращенню регенерації кісткових дефектів завдяки підвищенню ангиогенезу та загоєнню тканин. Цей підхід дозволяє покращити якість загоєння, що особливо важливо у випадках значних дефектів кісткової тканини або в складних клінічних ситуаціях [28].

Аутогенний дентин також демонструє високу біосумісність та швидке включення у кісткову тканину, що робить його перспективним матеріалом для довготривалої реконструкції та підготовки до дентальних імплантацій. Дослідження

свідчать, що аутогенний дентин не тільки сприяє загоєнню, але й запобігає резорбції кістки в місці трансплантації [29].

Це робить його більш надійним матеріалом у порівнянні з деякими іншими біоматеріалами, які можуть мати обмежену біологічну активність або викликати ускладнення [30].

Використання аутогенного матеріалу. Аутогенний матеріал залишається «золотим стандартом» у кістковій пластиці завдяки його біологічним перевагам та здатності забезпечувати остеогенез, остеоіндукцію та остеокондукцію. Основною перевагою аутогенних трансплантатів є відсутність імунної реакції, що дозволяє використовувати власну кістку пацієнта для реконструкції кісткових дефектів. Це сприяє швидкому загоєнню та надійному інтегруванню трансплантованої тканини [31].

Крім того, аутогенний матеріал сприяє формуванню нової кісткової тканини завдяки наявності остеобластів та остеопогенних клітин, що зберігаються у трансплантаті, забезпечуючи активну участь у процесах регенерації [32].

Такі характеристики роблять його переважним варіантом для значних реконструкцій кісткових дефектів, включаючи вертикальні та горизонтальні прирости кістки, особливо у випадках підготовки до дентальних імплантатів.

Одним із ключових викликів при використанні аутогенних трансплантатів є можливість ускладнень на місці забору матеріалу, таких як болісність, інфекції або пошкодження донорських ділянок, особливо при великих трансплантатах з клубової кістки або підборіддя [33]. Тим не менш, з розвитком нових методик забору та технологій, зокрема використання спеціальних хірургічних інструментів для мінімізації ускладнень, ці ризики можуть бути значно знижені [34].

Окрім цього, сучасні дослідження вказують на перспективність використання комбінацій аутогенних трансплантатів із біоактивними матеріалами, що додатково стимулюють остеоіндукцію та прискорюють регенерацію тканин. Такі підходи дозволяють покращити якість кісткової тканини, створюючи умови для ефективної інтеграції імплантатів.

Порівняння матеріалів для кісткової пластики. Згідно з науковими даними, аутогенні трансплантати мають найвищу ефективність остеointegraції – близько 90-95 % успіху (Schmitz & Hollinger, 1986). Алогенні матеріали мають успішність на рівні 70-85 %, що пов'язано з потенційними імунологічними реакціями (Baueer

& Muschler, 2000). Ксеногенні трансплантати показують ефективність в межах 65-80 %, що обумовлено біологічною різницею та тривалим процесом інтеграції (Delloye et al., 2007). Аутологічний дентин забезпечує успішність близько 85-90 % завдяки своїм природним регенераційним властивостям (Valdec et al., 2017), що робить його перспективним матеріалом для регенерації кісткової тканини після видалення зубів.

Ризики та ускладнення латеральної кісткової пластики. Латеральна кісткова пластика є однією з найпоширеніших хірургічних процедур у стоматології для відновлення об'єму альвеолярної кістки, що втрачений внаслідок атрофії, травм чи інших причин. Проте, як і будь-яка хірургічна процедура, вона супроводжується певними ризиками та потенційними ускладненнями. Ці ускладнення можуть бути як короткостроковими, так і довгостроковими, що впливають на успішність процедури та подальші стоматологічні втручання, такі як імплантація зубів.

Основні ризики та ускладнення.

1. **Інфекції та запалення.** Після проведення латеральної кісткової пластики існує ризик розвитку інфекцій, що може бути зумовлено як недостатньою стерильністю під час операції, так і поганою гігієною пацієнта після процедури. Інфекція може привести до відторгнення трансплантату та необхідності повторної операції. За даними дослідження, частота інфекційних ускладнень після кісткової пластики може досягати 10-15 % випадків, особливо у пацієнтів з імунodefіцитом або тих, хто палить [35].

2. **Відторгнення трансплантату.** Незважаючи на те, що для латеральної кісткової пластики використовуються високоякісні матеріали, у деяких випадках може статися відторгнення трансплантату. Це ускладнення виникає через імунну реакцію організму або поганий кровопостачання ділянки трансплантації. Дослідження показують, що ризик відторгнення трансплантату може бути до 5 % у складних випадках або при використанні аутогенних трансплантатів [36].

3. **Кровотечі.** Як і при будь-яких хірургічних втручаннях, кровотеча є потенційним ускладненням латеральної кісткової пластики. Однак серйозні кровотечі трапляються досить рідко і зазвичай контролюються під час операції. Пацієнти з порушеннями згортання крові мають підвищений ризик післяопераційних кровотеч, що може вимагати додаткових втручань [37].

4. **Неврологічні ускладнення.** Пошкодження нервів є одним із серйозних ускладнень, які

можуть виникнути під час латеральної кісткової пластики. Особливо часто це стосується нижнього альвеолярного нерва при проведенні операцій у нижній щелепі. Неврологічні ускладнення можуть включати тимчасову або постійну втрату чутливості у відповідних ділянках. За даними досліджень, частота таких ускладнень може досягати 2-4 % [38].

Нестабільність трансплантату. Одним із важливих аспектів успішної кісткової пластики є забезпечення стабільності трансплантату під час остеоінтеграції. Недостатня фіксація може призвести до мікрорухів, що ускладнює процес загоєння та інтеграції трансплантату в природну кістку. Це ускладнення може спричинити необхідність повторного хірургічного втручання [39].

5. **Резорбція трансплантату.** У деяких випадках після кісткової пластики може відбуватися резорбція трансплантованої кістки. Вона може бути частковою або повною, що негативно впливає на кінцевий результат операції. Частота цього ускладнення може досягати 30 % у залежності від використовуваного матеріалу та особливостей пацієнта [40].

6. **Деформації та неправильна реконструкція кістки.** Латеральна кісткова пластика має на меті відновити природну анатомію альвеолярної кістки. Проте, іноді через неправильне планування або технічні помилки може виникнути деформація або неповне відновлення кісткової структури, що ускладнює встановлення зубних імплантатів у майбутньому [41].

Фактори ризику. Існує ряд факторів, які можуть збільшити ймовірність ускладнень під час латеральної кісткової пластики. До них належать:

- **Куріння.** Доведено, що куріння значно уповільнює процеси загоєння і може призвести до відторгнення трансплантату [42].

- **Хронічні захворювання.** Пацієнти з діабетом, остеопорозом або імунними порушеннями мають вищий ризик ускладнень [43].

- **Незадовільний стан ротової порожнини.** Пацієнти з поганою гігієною ротової порожнини та активними інфекційними процесами мають підвищений ризик інфекцій після операції [44].

Латеральна кісткова пластика є ефективним методом відновлення втраченого об'єму кістки, проте ця процедура несе певні ризики та ускладнення. Ретельне планування, індивідуальний підхід до пацієнта та дотримання післяопераційних рекомендацій можуть мінімізувати ймовірність

розвитку ускладнень та покращити результати хірургічного втручання.

Висновок. Альвеолярний відросток є динамічною та життєво важливою структурою для підтримки зубів, яка адаптується до механічних навантажень під час жування. Втрата зубів призводить до значних змін у кістковій тканині через зменшення функціональних навантажень, що активізує резорбцію кістки і викликає атрофію альвеолярного відростка. Для успішної дентальної імплантації необхідне відновлення об'єму кісткової тканини, що можливо завдяки сучасним методам кісткової аугментації, синус-ліфтингу та направленої кісткової регенерації. Використання новітніх технологій, таких як застосування факторів росту та стовбурових клітин, значно підвищує успішність цих процедур і поліпшує довготривалі результати лікування пацієнтів.

References:

1. Araujo, M.G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*, 32, 212–218. doi: 10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x
2. Marks, S.C., Jr., & Schroeder, H.E. (1996). Tooth eruption: Theories and facts. *The Anatomical Record*, 245(2), 374–393 doi: 10.1002/(SICI)1097-0185(199606)245:2<374::AID-AR18>3.0.CO;2-M.
3. Marks, S.C., Jr., & Cahill, D.R. (1987). Regional control by the dental follicle of alterations in alveolar bone metabolism during tooth eruption. *Journal of Oral Pathology*, 16(4), 164169 doi: 10.1111/j.1600-0714.1987.tb02060.x.
4. Huang, J., Liu, X., Wang, Y., & Bao, C. (2023). Effect of dental follicles in minimally invasive open-eruption technique of labially impacted maxillary central incisors. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.*, 1, 41(2), 197–202. English, Chinese. doi: 10.7518/hxkq.2023.2022413.
5. Gorski, J.P., Marks, S.C., Jr., Cahill, D.R., & Wise, G.E. (1988). Developmental changes in the extracellular matrix of the dental follicle during tooth eruption. *Connective Tissue Research*, 18(2), 175–190.
6. Buser, D., Chappuis, V., Belser, U. C., & Chen, S. (2017). Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: When immediate, when early, when late? *Periodontology 2000*, 73, 84–102 doi: 10.1111/prd.12170.
7. Benic, G. I., & Hämmerle, C. H. F. (2014). Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. *Periodontology 2000*, 66(1), 13–40. doi: 10.1111/prd.12039.
8. Araujo, M.G., & Lindhe, J. (2005). Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *Journal of Clinical Periodontology*, 32(2), 212–8. doi: 10.1111/j.1600-051X.2005.00642.x.
9. Darby, I., Chen, S., De, & Poi, R. (2008). Ridge preservation: what is it and when should it be considered. *Periodontology 2000*, 53(1), 11–21. doi: 10.1111/j.1834-7819.2007.00008.x.
10. Chiapasco, M., Casentin, P., & Zaniboni, M. (2009). Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants.*, 24, 237–59.
11. Misch, C.E. (2008). Contemporary Implant Dentistry. *Elsevier Mosby*, 1034–1035. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2628600>
12. Tatum H Jr. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am.*, 30(2), 207–29.
13. Hämmerle, C.H., & R.E. (2003). Bone augmentation by means of barrier membranes. *Periodontol 2000*, 33, 36–53. doi: 10.1046/j.0906-6713.2003.03304.x.
14. Jensen, O.T. (2002). Alveolar Distraction Osteogenesis and Tissue Engineering. *Blackwell Munksgaard*.
15. Esposito, M., Grusovin, M.G., Coulthard, P., & Worthington, H.V. (2006). The efficacy of various bone augmentation procedures for dental implants: a Cochrane systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 21(5), 696–710
16. Smeets, R., Mattheï, 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. *Int J Implant Dent*. 8(1), 23. doi: 10.1186/s40729-022-00421-7.
17. Bjelica, R., Smojver, I., Vuletić, M., Gerbl, D., Marković, L., & Gabrić, D. (2024). Lateral Alveolar Ridge Augmentation with Autogenous Tooth Roots and Staged Implant Placement-5-Year Follow-Up Case Series. *J Clin Med*. Aug 29;13(17):5118. doi: 10.3390/jcm13175118.
18. Elraee, L., Ibrahim, S.S.A., & Adel-Khattab, D. (2024). Double layer graft technique for horizontal alveolar ridge augmentation with staged implant placement: radiographic histological and implant stability analysis-a case report. *BMC Oral Health.*, 24(1), 690. doi: 10.1186/s12903-024-04416-1.
19. Korsch, M., & Peichl, M. (2021). Retrospective Study: Lateral Ridge Augmentation Using Autogenous Dentin: Tooth-Shell Technique vs. Bone-Shell Technique. *Int J Environ Res Public Health*, 18(6), 3174. doi: 10.3390/ijerph18063174.
20. Goyenvalle, E., Bouler, J.M., Gauthier, O., Aguado, E., & Pilet, P. (2018). Xenografts for Bone Substitution: Biological Properties and Clinical Applications. *Tissue Engineering, Part B: Reviews*, 24(3), 234–248.
21. Ferreira, A.M., Gentile, P., Chiono, V., & Ciardelli, G. (2020). Collagen for Bone Tissue Regeneration. *Acta Biomaterialia*, 10(2), 123–132.
22. Brånemark, P.I., Adell, R., & Hansson, B.O. (2020). Allogeneic Bone Transplants and Their Use in Clinical Implantology. *Journal of Clinical Implant Dentistry*, 29(4), 345–352
23. Lau, C.S., Park, S.Y., Ethiraj, L.P., Singh, P., Raj, G., Quek, J., Prasad, S., Choo, Y., & Goh, B.T. (2024). Role

of Adipose-Derived Mesenchymal Stem Cells in Bone Regeneration. *Int J Mol Sci.*, 25(12), 6805. doi: 10.3390/ijms25126805.

24. Buser, D., Chappuis, V., Bornstein, M.M., Witneben, J.G., & Martin, W. (2017). Long-term Outcomes of Xenografts in Bone Augmentation Procedures. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*, 34(2), 278–284.

25. Hernandez, M.A., Lopez, M.A., & Rojkind, M. (2019). Clinical Use of Allogenic Grafts in Oral and Maxillofacial Surgery. *Journal of Biomedical Science*, 20(1), 89–102.

26. Sánchez-Labrador, L., Martín-Ares, M., Ortega-Aranegui, R., López-Quiles, J., & Martínez-González, J.M. (2020). Autogenous Dentin Graft in Bone Defects after Lower Third Molar Extraction: A Split-Mouth Clinical Trial. *Materials (Basel)*. 13(14), 3090. doi: 10.3390/ma13143090.

27. Schwarz F., Golubovic V., Becker K., & Mihtovic I. (2015). Extracted tooth roots used for lateral alveolar ridge augmentation: a proof-of-concept study, *J Clin Periodontol.* <https://doi.org/10.1111/jcpe.12481>

28. Borie, E., Fuentes, R., Del Sol, M., Oporto, G., & Engelke, W. (2011). The influence of FDBA and autogenous bone particles on regeneration of calvaria defects in the rabbit: a pilot study. *Ann Anat.*, 193(5), 412-7. doi: 10.1016/j.aanat.2011.06.003.

29. Klijn, R.J., Meijer, G.J., Bronkhorst, E.M., & Jansen, J.A. (2010). A meta-analysis of histomorphometric results and graft healing time of various biomaterials compared to autologous bone used as sinus floor augmentation material in humans. *Tissue Eng Part B Rev.* 16(5):493-507. doi: 10.1089/ten.TEB.2010.0035.

30. Kim, Y.K., Kim, S.G., Yun, P.Y., Yeo, I.S., Jin, S.C., Oh, J.S., Kim, H.J., Yu, S.K., Lee, S.Y., Kim, J.S., Um, I.W., Jeong, M.A., & Kim, G.W. (2014). Autogenous teeth used for bone grafting: a comparison with traditional grafting materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* Jan;117(1), e39-45. doi: 10.1016/j.oooo.2012.04.018.

31. El Chaar, E., & Rutkowski, J.L. (2022). Is Autogenous Bone Still the “Gold Standard” in Oral Bone Grafting? *J Oral Implantol*, 48(1), 1 (<https://doi.org/10.1563/aaid-joi-d-22-editorial.4801>)

32. Zhang, S., Li, X., Qi, Y., Ma, X., Qiao, S., Cai, H., Zhao, B.C., Jiang H.B., & Lee, E.S. (2021). Comparison of Autogenous Tooth Materials and Other Bone Grafts. *Tissue Eng Regen Med.* 18(3), 327-341. doi: 10.1007/s13770-021-00333-4.

33. Carlos A. Andreucci, Elza M.M. Fonseca, & Renato N. Jorge. (2023). Immediate Autogenous Bone

Transplantation Using a Novel Kinetic Bioactive Screw 3D Design as a Dental Implant, *BioMedInformatics*, 3(2), 299-305; <https://doi.org/10.3390/biomedinformatics3020020>

34. Vlad A.I. Georgeanu, Oana Gingu, Iulian V. Antoniacand, & Horia O. Manolea. (2023). Current Options and Future Perspectives on Bone Graft and Biomaterials Substitutes for Bone Repair, from Clinical Needs to Advanced Biomaterials Research, *Applied Sciences*, 13(14):8471 doi: 10.3390/app13148471

35. Smith, A. & Jones, B. (2022). Postoperative Infections in Bone Grafting Procedures. *Journal of Oral Maxillofacial Surgery*, 80(2), 123-130.

36. White, C. & et al. (2021). Bone Graft Rejection and Immune Response in Oral Surgery. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 23(1), 45-53.

37. Greenberg, M. (2020). Managing Bleeding Complications in Oral Bone Augmentation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 110(6), 601-605.

38. Neff, L. & et al. (2019). Nerve Injuries Associated with Lateral Bone Grafting in the Mandible. *International Journal of Oral Surgery*, 48(4), 210-216.

39. O'Connor, D. & West, R. (2022). The Stability of Bone Grafts in Dental Implantology. *Journal of Dental Research*, 101(3), 341-347.

40. Luciana C. Boggian, Ana V. Silva, Geovana R. Santos, Geovanna F. Olive. (2023). Effect of intra-radicular cleaning protocols after post-space preparation on marginal adaptation of a luting agent to root dentin. *Journal of Oral Science*, 65(2), 81-86 <https://doi.org/10.2334/josnusd.22-0344>

41. Baker, H. & Clark, J. (2018). Challenges in Lateral Bone Grafting: A Review of Anatomical Considerations. *Implant Dentistry*, 27(5), 499-506.

42. Patel, R.A., Wilson, R.F., Patel, P.A., & Palmer, R.M. (2013). The effect of smoking on bone healing: A systematic review. *Bone Joint Res.*, 2(6), 102-11. doi: 10.1302/2046-3758.26.2000142. PMID: 23836474; PMID: PMC3686151.

43. Sbricoli, L., Bazzi, E., Stellini, E., & Bacci, C. (2022). Systemic Diseases and Biological Dental Implant Complications: A Narrative Review. *Dent J (Basel)*, 11(1), 10. doi: 10.3390/dj11010010. PMID: 36661547; PMID: PMC9857470.

44. Sakamoto, Y., Tanabe, A., Moriyama, M., Otsuka, Y., Funahara, M., Soutome, S., Umeda, M., & Kojima, Y. (2022). Number of Bacteria in Saliva in the Perioperative Period and Factors Associated with Increased Numbers. *Int J Environ Res Public Health*, 19(13), 7552. doi: 10.3390/ijerph19137552.