

Астапенко О. О., Свінціцький А. В.

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

# Аугментація альвеолярних відростків щелеп кістково-пластичними методиками: результати, ускладнення та прогноз після навантаження, перспективи (огляд)

▷ **Анотація.** У статті представлено огляд сучасних кістково-пластичних методик, які використовуються для аугментації альвеолярних відростків щелеп перед денальною імплантацією.

**Метою** роботи була оцінка сучасних підходів до аугментації щелеп за допомогою різних кістково-пластичних методик, узагальнення даних щодо клінічних результатів, частоти ускладнень та довгострокового прогнозу після навантаження імплантів, а також визначення перспективних напрямів розвитку у цій галузі.

**Матеріали і методи.** В межах дослідження проаналізовано основні техніки збільшення об'єму кісткової тканини, такі як альвеолярне розщеплення гребеня *crestal split*, *onlay grafting*, дистракційний остеогенез, *sandwich osteotomy*, направлена кісткова регенерація та методика *split bone block*. Завданням роботи було узагальнити літературні дані щодо ефективності зазначених методик, проаналізувати частоту та характер ускладнень після процедур аугментації та імплантації, а також фактори, що впливають на успішність і стабільність результатів у довгостроковій перспективі.

У статті розглянуто показання до застосування різних методик, технічні особливості їх виконання, переваги, недоліки, ускладнення, а також проаналізовано клінічну передбачуваність результатів. Наголошується на необхідності подальших клінічних досліджень для оптимізації вибору методики залежно від анатомічних умов та мінімізації ризику ускладнень.

**Висновки.** Кожна з методик, як-от *crestal split*, *onlay grafting*, *distraction osteogenesis*, *sandwich osteotomy*, *guided bone regeneration*, *split bone block* має свої показання, технічні особливості, рівень інвазивності, частоту ускладнень та клінічну передбачуваність.

Найбільш поширеними ускладненнями після аугментації є прорізування мембран або сіток, резорбція графту, відторгнення трансплантату, дегісценція м'яких тканин.

Довгостроковий прогноз встановлених імплантів у зонах аугментації загалом є позитивним за умови дотримання принципів стабільності, достатнього кровопостачання та просторового утримання графту. Існує потреба у подальших клінічних дослідженнях, що дозволять уточнити критерії вибору методики залежно від анатомічної ситуації, оцінити фактори, що впливають на стабільність імплантів, та мінімізувати ризики ускладнень після навантаження.

**Ключові слова:** кісткова пластика, кісткова аугментація, денальна імплантація, кістковий графт, дегісценція м'яких тканин.

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



## Вступ

Заміщення втрачених зубів за допомогою імплантації є ефективною методикою, що довела свою

надійність за останні десятиліття з моменту виявлення феномену остеointegraції шведським хірургом-ортопедом Пер-Інгварем Бранемарком. Великого значення при плануванні денальної

імплантації набувають кісткові параметри щелеп: такі як висота, ширина та щільність кісткового масиву, близькість розташування анатомічних утворень (верхньощелепний синус або нижньощелепний канал).

При скомпрометованих умовах для імплантації показане застосування кістково-пластичних методик для досягнення збільшення об'єму, зміни форми альвеолярного відростка, ізолювання імплантатів від безпосереднього прилягання до анатомічних утворень верхньої та нижньої щелеп. Завдяки цим методикам досягаються умови для покращення остеointegraції, створюються умови для більш оптимального розташування імплантатів, збільшення прогнозу їхньої виживаності.

На сьогодні існує чимало різновидів кісткових пластик щелеп, які можна поділити за вектором збільшення кісткового масиву: горизонтальні (розщеплення альвеолярного гребеня, *periosteal pocket flap*), вертикальні (альвеолярний дистракційний остеогенез, *sandwich osteotomy, interpositional bone graft, onlay grafting*), а також змішані аугментації — направлена кісткова регенерація (НКР) (ламірна техніка за Ф. Кюрі, сосидж-методика за І. Урбаном, аугментація за допомогою титанових каркасів, мембран). В кожній з них є свої особливі показання, ризики, складнощі відтворення та прогноз у довготривалій перспективі після протезування.

**Метою** роботи є оцінити сучасні підходи до аугментації альвеолярних відростків щелеп за допомогою кістково-пластичних методик, узагальнити дані щодо клінічних результатів, частоти ускладнень та довгострокового прогнозу після навантаження імплантатів, а також визначити перспективні напрями розвитку в цій галузі.

Розглянемо сучасні реконструктивні методики збільшення обсягу альвеолярного гребеня щелеп **по горизонталі**:

**Розщеплення альвеолярного гребеня** (eng. *Crestal Split/Alveolar Ridge Splitting*) — ця техніка зазвичай використовується на верхній щелепі у фронтальній зоні, але також може бути пристосована для виконання у дистальних відділах нижньої щелепи. Гребінь щелепи мусить містити достатній об'єм по ширині губчастої кістки в її основі та недостатньо товстий кортикальний шар [11–18]. При таких умовах, було задокументовано успішність техніки в межах 85–95 % [12–13]. На нижній щелепі кістка мусить бути пружною, що дозволило б згинання або контрольований злам.

#### **Методика виконання:**

Виконання повношарового крестального розрізу. Відшаровування слизово-окісного клаптя

(язиково-щічний клапоть відшаровується висотою до 2 мм, для забезпечення оптимального кровопостачання до щічної кортикальної пластинки). За допомогою фрези (з охолодженням) або п'єзотома, виконується остеотомія у вигляді тонкої борозенки по всій товщині коронарного кортикального шару. Кісткове долото вводиться у борозну та ротаційними рухами досягається розширення остеотомованого проміжку достатнього для встановлення імплантатів або до утворення перелому в основі щічної кортикальної пластинки, що живиться від прикріпленого окістя, по типу «зеленої гілки». Якщо кортикальний шар досить товстий, дозволяється виконувати додаткові вертикальні остеотомії щічно та язиково в межах проведеного розщеплення. В утворений проміжок встановлюються імплантати (у деяких випадках препарування ложа не потребується). Простір між імплантатами може бути вкритий мембраною та/або заповнений кістково-пластичним матеріалом.

У випадку повного перелому щічної кісткової стінки, вона має бути зафіксована гвинтами до язикової кортикальної пластинки для забезпечення первинної стабільності імплантатів. Другий хірургічний етап виконується через 5–6 місяців [11].

У дослідженні [19] були описані ускладнення як тимчасове оголення графту, помірне інфікування, відлам щічної кортикальної пластинки. У групі з 24 чоловіків, яким було виконано розщеплення виникало тимчасове оголення операційної ділянки у 2,3 % випадків, помірне інфікування у 4,7 % випадків, відлам щічної кортикальної пластинки виникав у 7,1 % випадків. Малі ускладнення не вплинули на план лікування, імплантати були встановлені як заплановано.

Метод альвеолярного розщеплення дозволяє збільшити горизонтальний об'єм гребеня уникаючи створення додаткової операційної травми для отримання аутогенного кісткового графту; дозволяє об'єднувати етапи кісткової пластики та імплантації, використовуючи імплантат як експандер (інструмент для розщеплення), що скорочує термін лікування.

Розщеплення альвеолярного гребеня вимагає від хірурга досконалих навичок та знань. У багатьох випадках тонкий гребінь утворений об'єднанням язикової та щічної кортикальної пластинки без губчастої кістки між ними. Такі клінічні умови роблять розщеплення непередбачуваним або неможливим. При виникненні інтраопераційних ускладнень, хірург має бути підготовленим до їх нівелювання (наприклад, відлам щічної кортикальної пластинки).

Також в літературі описані методики збільшення обсягу альвеолярного гребеня щелеп **по вертикалі**:

*Onlay Bone Grafting*, зазвичай, застосовується у дистальних відділах нижньої щелепи. Показанням до цієї техніки є критична атрофія дистальних відділів нижньої щелепи набагато більшої за фронтальну зону. Здобула популярність завдяки простоті виконання та меншій інвазивності через використання алло-/ксеногенних губчасто-кортикальних кісткових блоків. Внаслідок чого зникає необхідність додаткових хірургічних втручань в реципієнтних зонах для отримання аутогенного матеріалу, що також знижує рівень післяопераційного набряку та спрощує відновлення пацієнтів.

#### Етапи виконання:

Крестальний інтрасулькулярний розріз слизової в проєкційних межах дефекту. Відшарування повношарового слизово-окісного клаптя із повною візуалізацією альвеолярного гребеня. Декортикація альвеолярного гребеня коронарно. Припасування губчато-кортикального алло-/ксеногенного кісткового блоку для створення запланованої форми та об'єму щелепи. Фіксація блоку за допомогою гвинтів. Розсічення окістя язикового та щічного клаптів для адекватної мобілізації. Ушивання рани без натягу.

Автори дослідження [22] відмітили, що певні важкі ускладнення виникають після навантаження імплантатів, встановлених в ділянці відновленої кістки. Була виявлена значна резорбція кісткового матеріалу та оголення витків імплантатів, виникали ускладнення у вигляді рецесії та некрозу аугментату.

Частою додатковою процедурою після даної методики є проведення вестибулопластики (апикально зміщеного клаптя) через коронарне зміщення тканин. Також вестибулопластика показана для отримання адекватного обсягу прикріплених кератинізованих ясен, що також впливає на успішність імплантологічного лікування.

Післяопераційне загоєння після використання *onlay bone grafting* — є великою перевагою цієї методики, у більшості випадків основним ускладненням були набряк та больові відчуття, що не вплинули на подальшу інтеграцію кісткових блоків.

*Альвеолярний дистракційний остеогенез* (eng. *Alveolar distraction osteogenesis*) — методика, що базується на принципах експериментальних та клінічних досліджень лікаря-ортопеда, професора Г. Ілізарова. Механізм дистракційного остеогенезу полягає у тому, що між двома остеотомованими кістковими сегментами альвеолярного гребеня утворюється кістковий мозоль, що суттєво збільшується за допомогою повільної дистракції декіль-

кома малими кроками. У порівнянні зі звичайним загоєнням перелому, васкуляризація розтягнутого кісткового мозоля відбувається у 10 разів швидше, що призводить до 4 кратного збільшення темпу кісткової апозиції (4,2 мкм замість 1,6 мкм на день) [20, 21].

#### Методика виконання:

Вестибулярний трапецієподібний розріз згідно з місцем запланованої дистракції. Відшарування слизово-окісного клаптя достатнього для візуалізації зовнішньої поверхні щелепи. Виконання горизонтальної остеотомії щелепи, залишаючи не менш ніж 3 мм до нервово-судинного пучка. Мобілізація остеотомованого сегменту. Фіксація дистрактора за допомогою титанових мініпластин та гвинтів. Ушивання рани та інактивація дистрактора. Післяопераційний латентний період, що триває тиждень. Активація дистрактора за режимом 0,5–1 мм на день (рекомендована гіперкорекція на 1–2 мм). Початок консолідаційного періоду на 4 місяці. По завершенню проводиться імплантація з одночасним вилученням дистракційного апарату.

За даними авторів дослідження [23] з вибіркою 256 пацієнтів, виникли ускладнення у 30 % випадків, найчастішими з яких були:

- недостатнє формування кістки у консолідаційний період (8 %), що доповнювалось недостатньою дистракційною відстанню (7 %);
- інтраопераційна кровотеча з дна порожнини рота та парестезія (4 %);
- інфікування (1 %).

Одним із недоліків альвеолярного дистракційного остеогенезу виступає необхідність застосування допоміжної апаратури, з чим також пов'язаний дискомфорт для пацієнтів через вимушене довготривале носіння та незручність. Крім того, відсутність уніфікованості апаратів та їхня кошовність є додатковим мінусом цієї методики.

*Interpositional Bone Graft (Inlay grafting/Sandwich osteotomy)* — ця техніка полягає у вертикальній елевації остеотомованого сегменту щелепи та створенні діастазу до рівня необхідного для імплантації, що заповнюється кістково-пластичним матеріалом. Коронарний остеотомований сегмент фіксується за допомогою гвинтів та титанових пластин до щелепи. Важливою умовою для загоєння та інтеграції кісткового матеріалу під час створення хірургічного доступу є відсутність відшарування язикового клаптя та прикріплених ясен. Рівень розрізу має проходити вестибулярно по нижній межі кератинізованих ясен. Тим самим забезпечується живлення коронарного блоку та зберігається цілісність прилягання окістя з язикового боку дефекту.

Мінімально допустимими значеннями висоти кістки над каналом нижньощелепного нерва для застосування даної методики мають бути не менше 4 мм. Ключовими умовами для успіху цієї техніки є:

- адекватна товщина коронарного сегмента (не менше 2 мм);
- розтягування язикового окістя (первинна васкуляризація кістково-пластичного матеріалу від язикового окістя, вторинна васкуляризація від коронарного остеотомованого сегменту);
- належна стабілізація кістково-пластичного матеріалу за допомогою гвинтів та титанових міні пластин.

У дослідженні [24] висвітлені найбільш часті ускладнення *Sandwich osteotomy*, а саме: відторгнення графту, дигесценція м'яких тканин, прорізування титанових пластин, транзиторна парестезія нижньої губи та підборіддя, зрідка при двосторонній аугментації цією методикою виникав перелом тіла нижньої щелепи [25]. Секвестризація сегмента та розкручування гвинтів також описані в деяких роботах [35].

У клінічному дослідженні [25] з трирічним строком спостереження автори проводили імплантацію в аугментованих ділянках по проходженню чотирьох місяців після кісткової пластики цією методикою. Виживаність імплантатів після трьох років навантаження склала 90,9 %. Середнє збільшення висоти після пластики становить 4,2–7,4 мм. Втрата маргінальної кісткової тканини навколо імплантатів склала 1,06 мм щорічно.

Інші дослідження [36] відмітили певний рівень резорбції альвеолярного гребеня через три місяці після операції та ремоделювання. Цей рівень варіювався: 1,5–3,0 мм (18–28 %) втрати кісткової тканини. Зазначено, що резорбція пов'язана зі скомпрометованим кровопостачанням остеотомованого сегмента через перерозтягування слизово-окісного клаптя. Водночас необхідно дещо збільшити висоту підйому коронарного сегмента, беручи поправку на майбутню резорбцію.

*Sandwich Osteotomy* — надійна методика для вертикальної аугментації альвеолярного гребеня. Збереження первинного кровопостачання коронарного сегмента покращує живлення та прискорює ангиогенез графту.

Обов'язковою умовою при виконанні *inlay grafting* є врахування кінцевого ремоделювання альвеолярного гребеня. Питання щодо зменшення перерозтягування язикового окістя та компенсації втрати кісткової висоти залишаються актуальними та потребують подальшого вивчення.

При дефіциті кісткового масиву як по ширині, так і по висоті застосовуються методики НКР (eng. *Guided Bone Regeneration*) — направленої кісткової регенерації.

Направлена кісткова регенерація базується на застосуванні мембран, що виконують роль бар'єру, що відмежовує кістковий дефект від активно проліферуючих клітин епітелію та фібробластів м'яких тканин. Тим самим провокуючи розвиток повільно-проліферуючих клітин кісткової тканини [30]. Вперше вони почали використовуватись у хірургічній пародонтології. Лікар S. Numan (Numan et al., 1982) застосував їх для перекриття пародонтального кісткового дефекту в межах різців нижньої щелепи. За мембрану використовувався целюлозний хімічний фільтр, пористість якого перешкоджала вrostанню епітеліальних клітин та фібробластів, але й дозволяла проходити факторам росту та іншим біоактивним сполукам в зону дефекту. Після завершення періоду загоєння виник приріст кісткової тканини у межах 5 мм без використання кістково-пластичних матеріалів [31].

Сучасні мембрани поділяють на такі, що розсмоктуються та такі, що ні. Перші є полімерами, що отримуються із різних джерел тваринного походження (теляче, свиняче, кінське сухожилля; свиняча, теляча, людська дерма). Другі — виготовляють із PTFE (політетрафторетилен), біоінертного матеріалу високої щільності та міцності. Усі мембрани володіють високим ступенем біосумісності, хоч PTFE-мембрани потребують додаткового хірургічного втручання для їх вилучення.

#### Етапи виконання:

Крестальний інтрасулькулярний розріз ясен в межах запланованого втручання. Відшарування слизово-окісного клаптя до чіткого скелетування щелепи. Декортикація кортикального шару щелепи. Адаптація мембрани для створення необхідної форми каркасу. Фіксація мембрани язиково піною. Внесення кістково-пластичного матеріалу під мембрану в достатньому об'ємі. Кінцеве припінювання мембрани з метою іммобілізації графту. Мобілізація слизово-окісного клаптя. Ушивання рани без натягу.

Після повноцінного загоєння та інтеграції кісткового матеріалу (6–9 міс.) дозволено розпочинати наступний етап імплантації та протезування. В деяких клінічних випадках можливе поєднання НКР та імплантації.

Найчастішими ускладненнями під час проведення НКР буває прорізування мембрани. Автори дослідження [32] у своєму систематизованому огляді та мета-аналізі зазначили, що оголення виникає у 23,19 % випадків (95 % CI,

12,70–39,12 %) при використанні колагенових мембран що розсмоктуються. Вживаність імплантатів при використанні НКР (через 13 місяців після імплантації) набула 99,13 % (95 % CI, 97,23–99,96 %).

Застосування титанових сіток з метою збільшення альвеолярного гребеня було вперше описано у дослідженні [27]. Автори дійшли висновку, що завдяки механічним властивостям титанових сіток та можливості їх моделювання, можливо досягти оптимальної інтеграції графту та стабільності кісткового контуру через первинну іммобілізацію. Сітка відіграє подібну роль фізичного бар'єра, що запобігає міграції фібробластів та епітеліальних клітин до дефекту. Це дозволяє остеобластам накопичуватися в зоні втручання та регенерувати кістку. Перфорації у титановій сітці дають можливість васкуляризації як до м'яких тканин, так і до твердих [26] — на відміну від резорбуючих та PTFE-мембран.

Головним ускладненням при використанні даної методики виступає часта дигесценція м'яких тканин в зоні втручання із наступним оголенням сітки [26]. Проте, титанові сітки здатні витримувати оголення до певної міри: автори дослідження [28] спостерігали прорізування сітки у 23 пацієнтів з 44 (52 %). Це не призвело до повної втрати кісткового графту, навпаки, виживаність аугментату склала 97 %. Задля зменшення частоти цих ускладнень, рекомендується виконувати попереднє збільшення товщини м'яких тканин. Більшість випадків прорізування титанових сіток пов'язують із тонким біотипом ясен, який є менш стійким до травм.

Wang, Hom-Lay, Bouyapati, Lakshmi [34] створили принципи PASS, де прописані умови, виконання яких збільшують передбачуваність та успішність проведеної НКР.

До цих принципів включено:

**P** (Primary Closure) — ушивання операційної рани первинним натягом;

**A** (Angiogenesis) — достатнє кровопостачання та міграція малодиференційованих мезенхімальних клітин;

**S** (Space Maintenance) — адекватний об'єм для вrostання кістки;

**S** (Stability) — стабільність графту для покращення формування кров'яного згустку.

Виходячи з попередніх даних, НКР — це прогнозована методика для проведення змішаної (горизонтальної та вертикальної) аугментації альвеолярного гребеня, основними перевагами якої є менша інвазивність втручання; можливість комбінації кісткової пластики разом з імплантацією; високий ступінь виживаності імплантатів.

Однак для проведення такої техніки необхідний не лише кістково-пластичний матеріал, але й наявність мембрани, що також збільшує вартість операції. Часті ускладнення у вигляді прорізування мембран також є вагомим недоліком. При використанні мембран, що не розсмоктуються, необхідне проведення додаткового втручання для їх вилучення.

*Ламінарна техніка за Ф. Курі, Split Bone Block (SBB).*

*Technique/Khoury Bone Plate* — методика сфокусована на використанні аутологічних тканин пацієнта як графту. Корифеєм ламінарної техніки виступає професор Фуад Курі (Fouad Koury), який успішно застосовує її у своїй практиці протягом останніх двох десятиліть. Для отримання графту виконується забір кісткового блоку з зовнішньої косої лінії щелепи або підборіддя пацієнта. Цей блок розділяється на дві або три пластинки, що отримується шляхом повздовжнього розсічення п'єзотомом або алмазним диском. Ламіни стоншуються до необхідного розміру (1–1,5 мм) за допомогою шкребок, через що додатково отримується аутогенна кісткова стружка [29].

Виконується крестальний розріз із відшаруванням слизово-окісного клаптя до чіткої візуалізації зовнішньої та внутрішньої поверхні щелепи. Ламіна фіксується коронарно до щелепи через гвинти, залишаючи простір між ними, який заповнюється аутостружкою. Друга ламіна фіксується вестибулярно, відновлюючи дефіцит по ширині та запечатуючи кістковий аугментат. Мобілізація слизово-окісного клаптя для ушивання рани без натягу.

Автори дослідження [33] порівнювали результати цієї техніки при використанні ксеногених кістково-пластичних матеріалів та аутогенного графту. Серед вибірки 19 пацієнтів виникали ускладнення у вигляді дигесценції м'яких тканин та прорізування графту (15 %;  $p > 0,05$ ). Період загоєння складав 4–14 місяців. Через 4 міс. після першого етапу пацієнтам проводили хірургічне вилучення фіксаційних гвинтів та імплантацію. У 18 з 19 пацієнтів загоєння проходило без ускладнень, кістковий графт на другому хірургічному етапі був інтегрований. Загалом було встановлено 36 імплантатів, через 4 міс. після імплантації жодних ускладнень не виникло, було проведено планове протезування на денціальних імплантатах.

Чотирірічне динамічне спостереження після протезування виявило певний рівень втрати маргінальної кісткової тканини у ділянках аугментації:  $0,64 \pm 0,31$  мм (1 рік);  $0,80 \pm 0,26$  мм (2 роки);  $0,96 \pm 0,22$  мм (3 роки);  $1,11 \pm 0,18$  мм (4 роки) ( $p > 0,05$ ) [33].

Використання SBB є золотим стандартом для НКР завдяки відмінним остеоіндуктивним, остеоіндуктивним та остеогеним властивостям аутогенного кісткового графту. Стабільність кісткового аугментату та прогнозованість згаданої техніки, а також застосування власних живих тканин пацієнта в якості графту є великими перевагами цієї методики. Натомість великий ступінь післяопераційної болісності та відновлення пацієнтів після забору аутогенного кісткового блоку є важливим недоліком. Виконання SBB вимагає чітких мануальних вмінь та великого досвіду кістково-пластичних операцій від хірурга. Навички забору кісткового блоку достатнього розміру, без ушкодження важливих анатомічних структур (нижньощелепного каналу та судинно-нервового пучка, що проходить в ньому). Отримання достатньої кількості кісткової аутоостружки, належного ступеня імобілізації кісткових ламін за допомогою гвинтів, належна мобілізація слизово-окісного клаптя та ушивання рани без натягу — це виклики для молододосвідчених спеціалістів. Кожен з етапів цієї методики та правильність їх виконання безпосе-

редньо впливають на довгостроковий результат кісткової пластики.

### Висновки

1. Кожна з методик (*crestal split, onlay grafting, distraction osteogenesis, sandwich osteotomy, Guided bone regeneration, Split bone block*) має свої показання, технічні особливості, рівень інвазивності, частоту ускладнень та клінічну передбачуваність.

2. Найпоширенішими ускладненнями після аугментації є прорізування мембран або сіток, резорбція графту, відторгнення трансплантату, дигесценція м'яких тканин.

3. Довгостроковий прогноз встановлених імплантатів у зонах аугментації є загалом позитивним за умови дотримання принципів стабільності, достатнього кровопостачання та просторового утримання графту.

4. Існує потреба в подальших клінічних дослідженнях, що дозволять уточнити критерії вибору методики залежно від анатомічної ситуації, оцінити фактори, що впливають на стабільність імплантатів, та мінімізувати ризики ускладнень після навантаження.

### ПОСИЛАННЯ / REFERENCES

1. Pietro Felice, Claudio Marchetti, Adriano Piattelli, Gerardo Pellegrino, Vittorio Checchi, Helen Worthington, Marco Esposito (2008). Vertical ridge augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block grafts: bone from the iliac crest versus bovine anorganic bone. Results up to delivery of the final prostheses from a split-mouth, randomised controlled clinical trial. *Eur J Oral Implantol*, 1(3):183–98. PMID: 20467621.
2. Antonia Kolokythas, DDS (2004). Distraction osteogenesis vs interpositional bone graft for correction of vertical alveolar defects. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 62: 42–43. URL: [https://www.joms.org/article/S0278-2391\(04\)00700-1/fulltext](https://www.joms.org/article/S0278-2391(04)00700-1/fulltext).
3. Luan Mavriqi, Egresaca Baca, Ariona Demiraj (2015). Sandwich osteotomy of the atrophic posterior mandible prior to implant placement. *Clin Case Rep*, 3(7): 610–4. DOI: <https://doi.org/10.1002/ccr3.261>.
4. Mohammed Atef, Ahmed H. Osman, Maha Hakam (2019). Autogenous interpositional block graft vs onlay graft for horizontal ridge augmentation in the mandible. *Clin Implant Dent Relat Res*, 21(4): 768–685. DOI: <https://doi.org/10.1111/cid.12809>.
5. Pietro Felice, Roberto Pistilli, Giuseppe Lizio, Gerardo Pellegrino, Alessandro Nisii, Claudio Marchetti (2009). Inlay versus Onlay Iliac Bone Grafting in Atrophic Posterior Mandible: a prospective controlled clinical trial for the comparison of two techniques. *Clin Implant Dent Relat Res*, 11, Suppl 1, e69-82. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2009.00212.x>.
6. Barone A, Toti P, Menchini-Fabris G-B, Felice P, Marchionni S, Covani U(2017). Early volumetric changes after vertical augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft versus onlay bone graft: A retrospective radiological study. *J Craniomaxillofac Surg*, 45(9):1438–1447. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.01.018>.
7. Mona S. Sheta, Mohamed Shoushan, Mohammed Elshall, Ibrahim Nowair, Eman Mohy El-Din Megahed (2022). Augmentation of Atrophic Posterior Mandible using Inlay Xenograft versus Autograft Bone Blocks. *Egyptian Dental Journal*, 68(1): 295–303. DOI: <https://doi.org/10.21608/edj.2021.106192.1869>.
8. Felice P, Pellegrino G, Checchi L, Pistilli R, Esposito M (2010). Vertical augmentation with interpositional blocks of anorganic bovine bone vs. 7-mm-long implants in posterior mandibles: 1-year results of a randomized clinical trial. *Clin Oral Impl Res*, 21: 1394–403. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01966.x>.

9. Pietro Felice, Giovanna Iezzi, Giuseppe Lizio, Adriano Piattelli, Claudio Marchetti (2009). Reconstruction of atrophied posterior mandible with inlay technique and mandibular ramus block graft for implant prosthetic rehabilitation. *J Oral Maxillofac Surg*, 67(2): 372–80. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.07.006>.
10. Pietro Felice, Giuseppe Corinaldesi, Giuseppe Lizio, Adriano Piattelli, Giovanna Iezzi, Claudio Marchetti. (2009). Implant prosthetic rehabilitation of posterior mandible after tumor ablation with inferior alveolar nerve mobilization and inlay bone grafting: a case report. *J Oral Maxillofac Surg*, 67(5): 1104–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.12.010>.
11. Oral and maxillofacial surgery // edited by Lars Andersson, Karl-Erik Kahnberg, M. Anthony (Tony) Pogrel (2010). 1312 pages, 371–372. ISBN 978-1-4051-7119-9.
12. Engelke WG, Diederichs CG, Jacobs HG, Deckwer I. (1997). Alveolar reconstruction with splitting osteotomy and micro-fixation of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 12(3): 310–18. PMID: 9197095.
13. Sethi A, Kaus T. (2000). Maxillary ridge expansion with simultaneous implant placement: 5-year results of an ongoing clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 15(4): 491–9. PMID: 10960981.
14. Semion M, Baldoni M, Zaffe D. (1992). Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with split-crest technique and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 12(6): 462–73. PMID: 1298734.
15. FL de Wijs, MS Cune. (1997). Immediate labial contour restoration for improved esthetics: a radiographic study on bone splitting in anterior single-tooth replacement. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 12(5): 686–96. PMID: 9337032.
16. Duncan JM, Westwood RM. (1997). Ridge widening for the thin maxilla: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 12(2), 224–7. PMID: 9109273.
17. Oikarinen KS, Sándor GKB, Kainulainen VT, Salonen-Kemppi M. (2003). Augmentation of the narrow traumatized anterior alveolar ridge to facilitate dental implant placement. *Dent Traumatol*, 19(1): 19–29. DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2003.00125.x>.
18. Basa S, Varol A, Turker N. (2004). Alternative bone expansion technique for immediate placement of implants in the edentulous posterior mandibular ridge: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 19(4): 554–8. PMID: 15346753.
19. Altıparmak N, Akdeniz SS, Bayram B, Gulsever S, Uckan S. (2017). Alveolar Ridge Splitting Versus Autogenous Onlay Bone Grafting: Complications and Implant Survival Rates. *Implant Dent*, 26(2): 284–287. PMID: 28114264. DOI: <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000541>.
20. Lazar FC, Klesper B, Carls P, Siessegger HJ, Zöller JE. (2005). Callusmassage. A new treatment modality for non-unions of the irradiated mandible. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 34(2): 202–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2004.04.011>.
21. Nickenig HJ, Zöller JE, Kreppel M. (2023). Indications and surgical technique for distraction osteogenesis of the alveolar bone for augmentation prior to insertion of dental implants. *Periodontol 2000*, 93(1): 327–339. PMID: 37940190. DOI: <https://doi.org/10.1111/prd.12524>.
22. Lixin Qiu, Huajie Yu. (2018). Onlay grafting with bovine bone mineral block for horizontal reconstruction of severely atrophic alveolar ridges in anterior maxillae: A 6-year prospective study. *J Craniomaxillofac Surg*, 46(8):1199–1204. PMID: 29909943. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.04.004>.
23. Saulacic N, Zix J, Iizuka T. (2009). Complication rates and associated factors in alveolar distraction osteogenesis: a comprehensive review. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 38(3): 210–7. PMID: 19223153. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2009.01.002>.
24. Starch-Jensen T, Nielsen HB. (2020). Sandwich osteotomy of the atrophic posterior mandible with interpositional autogenous bone block graft compared with bone substitute material: a systematic review and meta-analysis. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 58(10): e237–e247. PMID: 32811722. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2020.07.040>.
25. Marconcini S, Covani U, Giammarinaro E, Velasco-Ortega E, De Santis D, Alfonsi F, Barone A. (2019). Clinical Success of Dental Implants Placed in Posterior Mandible Augmented With Interpositional Block Graft: 3-Year Results From a Prospective Cohort Clinical Study. *J Oral Maxillofac Surg*, 77(2): 289–298. PMID: 30712534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.09.031>.
26. Mateo-Sidrón Antón MC, Pérez-González F, Meniz-García C. (2024). Titanium mesh for guided bone regeneration: a systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 62(5): 433–440. PMID: 38760261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2024.04.005>.
27. T von Arx, B Kurt. (1999). Implant placement and simultaneous ridge augmentation using autogenous bone and a micro titanium mesh: a prospective clinical study with 20 implants. *Clin Oral Implants Res*, 10(1): 24–33. PMID: 10196787. DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.1999.100104.x>.

28. Louis PJ, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci AA. (2008). Reconstruction of the maxilla and mandible with particulate bone graft and titanium mesh for implant placement. *J Oral Maxillofac Surg*, 66(2): 235–45. PMID: 18201602. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joms.2007.08.022>.
29. Khoury F, Hanser T. (2019). Three-Dimensional Vertical Alveolar Ridge Augmentation in the Posterior Maxilla: A 10-year Clinical Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 34(2): 471–480. PMID: 30883623. DOI: <https://doi.org/10.11607/jomi.6869>.
30. Elgali I, Omar O, Dahlin C, Thomsen P. (2017). Guided bone regeneration: materials and biological mechanisms revisited. *Eur J Oral Sci*, 125(5): 315–337. PMID: 28833567. DOI: <https://doi.org/10.1111/eos.12364>.
31. Nyman, S., Lindhe, J., Karring, T., & Rylander, H. (1982). New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. *J Clin Periodontol*, 9(4): 290–6. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.1982.tb02095.x>.
32. Wessing B, Lettner S, Zechner W. (2018). Guided Bone Regeneration with Collagen Membranes and Particulate Graft Materials: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 33(1): 87–100. PMID: 28938035. DOI: <https://doi.org/10.11607/jomi.5461>.
33. Velázquez ÓI, Tresguerres FGF, Berrocal IL, Tresguerres IF, López-Pintor RM, Carballido J, López-Quiles J, Torres J. (2021). Split bone block technique: 4-month results of a randomised clinical trial comparing clinical and radiographic outcomes between autogenous and xenogeneic cortical plates. *Int J Oral Implantol (Berl)*, 14(1): 41–52. PMID: 34006070. Erratum in: *Int J Oral Implantol (Berl)*, 2021 14(2): 226. PMID: 34006083.
34. Wang HL, Boyapati L. (2006). "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent*, 15(1): 8–17. PMID: 16569956. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.id.0000204762.39826.0f>.
35. Bera, Rathindra Nath et al. (2022). Sandwich osteotomy with interpositional grafts for vertical augmentation of the mandible: A meta-analysis. *Natl J Maxillofac Surg*, 13(3): 347–356. DOI: [https://doi.org/10.4103/njms.njms\\_489\\_21](https://doi.org/10.4103/njms.njms_489_21).
36. Byung-Ho Choi, Seoung-Ho Robert Lee, Jin-Young Huh, Sang-Gyun Han. (2004). Use of the sandwich osteotomy plus an interpositional allograft for vertical augmentation of the alveolar ridge. *J Craniomaxillofac Surg*, 32(1): 51–4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2003.08.006>.

### Augmentation of the Alveolar Processes of the Jaws by Bone-Plastic Methods: Results, Complications, and Prognosis After Loading, Prospects (Review)

Astapenko, O., Svintsitsky, A.

Bogomolets National Medical University

**Abstract.** The article provides an overview of modern bone-plastic techniques used to augment the alveolar bones of the jaws before implantation. The study aimed to evaluate modern approaches to jaw augmentation using various bone grafting techniques, to summarize data on clinical outcomes, complication rates, and long-term prognosis after implant loading, and to identify promising areas of development in this field.

The study analyzed the primary techniques for increasing bone volume, including alveolar crestal split, onlay grafting, distraction osteogenesis, sandwich osteotomy, directed bone regeneration, and the split bone block technique. The objective of the study was to summarize the literature data on the effectiveness of these techniques, to analyze the frequency and nature of complications after augmentation and implantation procedures, as well as the factors that affect the long-term success and stability of the results.

The article discusses the indications for the use of various techniques, technical features of their implementation, advantages, disadvantages, complications, and analyzes the clinical predictability of the results. The need for further clinical trials is emphasized to optimize the choice of technique depending on the anatomical conditions and minimize the risk of complications.

**Keywords:** bone grafting, bone augmentation, dental implantation, bone graft.

**Астапенко Олена Олександрівна** — доктор медичних наук, професор, професор кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицьової хірургії НМУ ім. О. О. Богомольця

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2168-9439>

**Свінцицький Андрій Валентинович** — спеціалізант кафедри хірургічної стоматології та щелепно-лицьової хірургії НМУ ім. О. О. Богомольця

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0008-5700-9467>

*Стаття: надійшла до редакції 05.05.2025 р.; прийнята до друку 18.06.2025 р.*