

**В.В. Русин  
А.Т. Кенюк  
М.Ю. Гончарук-Хомин**

ДВНЗ «Ужгородський  
національний університет»

Надійшла: 21.02.2018  
Прийнята: 14.03.2018

DOI: <https://doi.org/10.26641/1997-9665.2018.1.42-50>

УДК 616.314-76-77-089.843

## **АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ КІСТКОВИХ АУГМЕНТАТИВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ АЛЬВЕОЛЯРНОГО ГРЕБНЯ ВИХОДЯЧИ З ВПЛИВУ РІЗНИХ ВИЗНАЧАЛЬНИХ ФАКТОРІВ**

**Morphologia.** – 2018. – Т. 12, № 1. – С. 42-50.

© В.В. Русин, А.Т. Кенюк, М.Ю. Гончарук-Хомин, 2018

✉ [myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua](mailto:myroslav.goncharuk-khomyn@uzhnu.edu.ua)

**Rusyn V.V., Keniuk A.T., Goncharuk-Khomyn M.Y. Analysis of dynamic changes of the bone substitutes size parameters during the reconstruction of alveolar ridge under exposure to different influencing factors.**

**ABSTRACT. Background.** Bone substitutes size changes depend on the influence of a number of determinants, including the origin of the graft and the technique used for the reconstruction of the residual crest. However, question of objective evaluation of such changes remains not fully resolved in dental practice. **Objective.** Analysis of bone substitutes dynamic size changes under exposure to different influencing determinants based on preliminary scientific and clinical studies. **Methods.** The Google Scholar Request Form (<http://scholar.google.com>) was used to search relevant publication by the Advanced Search feature. During the search, such specific types of operators as "+" were used to provide general named titles of the search subject ("bone substitute", "bone graft", "volume loss", "dimension reduction"). The grouping of numerical data that represented dimensional reduction of various bone substitutes was conducted using the Microsoft Excel (Microsoft Office 2013), cells of which were filled with bibliographic data of the publication, the total number of analyzed cases of augmentation, the level of bone material reduction (in numerical representation) and data about specifics of conducted surgical manipulation, applied software, the actual analytical approach, statistical analysis and reliability of the results. **Results.** During the analysis of the previous studies results, it was found that the size stability of bone substitutes during the reconstruction of the alveolar ridge depends on the origin and form of the material. In the case of using a mixture of materials with different origin, reduction is associated with the percentage of structural components, techniques of their use, the application of the guided bone regeneration principles and the term of the dental implant installation in the region of augmentation. **Conclusion.** Interpretations of the data obtained during the analysis of bone graft size changes depends on the chosen method of research: in the analyzed publications approaches volumetric reduction at the sites of augmentation differed according to the principles of evaluation (verification of proper volumetric changes, volume calculation based on the parameters of width, length and height, isolation the area of interest by thresholding or manual segmentation) and to the use of adapted software.

**Key words:** bone substitutes, dimensional changes, augmentation of bone ridge.

### **Citation:**

Rusyn VV, Keniuk AT, Goncharuk-Khomyn MY. [Analysis of dynamic changes of the bone substitutes size parameters during the reconstruction of alveolar ridge under exposure to different influencing factors]. *Morphologia*. 2018;12(1):42-50. Ukrainian.

### **Вступ**

Невідповідність кількісних параметрів резидуального гребня, в умовах потреби реабілітації стоматологічних пацієнтів із застосуванням дентальних імплантатів, аргументує доцільність реалізації додаткових процедур твердотканинної аугментації з метою формування достатньої кісткової пропозиції [1-4]. Ефективність використання різних методів аугментації описана у низці вітчизняних та зарубіжних досліджень, в яких зміни кісткового трансплантату були зареєстровані переважно уже на момент певного періоду

функціонування встановлених інтраосальних титанових опор, тобто – в розрізі реєстрації рівня редукції кісткової тканини як критерію, що визначає успішність саме дентальної імплантації [5-7]. Однак, недостатньо вивченим залишається питання залежності змін розмірних параметрів кісткових аугментатів ще до моменту встановлення у них внутрішньокісткових титанових елементів від впливу низки визначальних факторів, в тому числі і від походження трансплантату та застосовуваної техніки реконструкції резидуального гребня. З іншої сторони, важливо встано-

вити, наскільки дані, отримані в ході одних досліджень, присвячених питанню аналізу змін розмірних характеристик кісткового замітника в області втручання, можливо співставити із аналогічними даними, отриманими в ході досліджень проведених іншими авторами, тобто, наскільки уніфікованими є уже описані алгоритми вивчення даного питання з точки зору стандартизації методологічного підходу.

**Мета** – проведення аналізу динамічних змін розмірних параметрів кісткових аугментатів виходячи з впливу різних визначальних факторів за даними попередньо проведених наукових та клінічних досліджень.

### Матеріали та методи

Для проведення пошуку використовувалась форма запиту Google Академії (<http://scholar.google.com>) із застосуванням функції розширеного пошуку. В ході пошуку застосовували такі специфічні види операторів як «+» - з метою надання загальних вказаних назв теми пошуку («bone substitute», «bone graft», «volume loss», «dimension reduction»), «пошук за фразою» («bone graft volume loss», «bone substitute volume loss», «bone graft reduction», «bone substitute reduction») та «в заголовку» («bone graft» та «volume loss», «bone graft» та «reduction», «bone substitute» та «volume loss», «bone substitute» та «reduction», «augmentation» та «reduction», «bone block» та «reduction», «bone block» та «volume

loss», «bone graft» та «efficiency»). Вищезгаданий алгоритм пошуку, за допомогою вказаних операторів, дозволив автоматично систематизувати статті та категоризувати їх за конкретною тематикою щодо реєстрації об'ємної та розмірної редукції різних кісткових заміників після виконання різних процедур аугментації, забезпечивши також послідовне сортування результатів пошуку з формуванням групи вибірки публікацій, які найбільше відповідали поставленій меті дослідження – виокремлення абсолютної різних визначальних факторів, що впливають на динамічні зміни розмірних параметрів кісткових аугментатів. При цьому кожний результат пошуку являв собою сукупність академічних робіт, що включала одну або більше релевантних статей, або навіть декілька версій однієї статті. Групування чисельних показників розмірної редукції різних кісткових заміників, представлених у різних публікаціях, проводилася із використанням табличного редактору Microsoft Excel (Microsoft Office 2016), в клітинках якого спочатку вписували бібліографічні дані публікації, загальну кількість проаналізованих у ній випадків аугментації, рівень втрати кісткового матеріалу (у чисельній репрезентації) та дані щодо специфіки проведення хірургічної маніпуляції, застосовуваного програмного забезпечення, власне аналітичного підходу, статистичного опрацювання та достовірності отриманих результатів.

№ п/п	Бібліографічні дані	Початковий аугментат	Кількість аугментації (пацієнти)/термін спостереження	Рівень втрати аугментату	Програмне забезпечення	Особливості аналітичного підходу	Достовірність результатів
1	Izuka T, Smaolka W, Hallenmayer W, Mericske-Stem R. Extensive augmentation of the alveolar ridge using autogenous calvarial split bone grafts for dental rehabilitation. Clinical oral implants research. 2004; 15(5):607-615. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2004.01043.x	Аутологічний	13 пацієнтів/19,6 місяців	До 0,5 мм	Специфікація програмного забезпечення не вказана	Визначення вертикальної редукції	p<0,1
2	Ohe JY, Kim GT, Lee JW, Al Nawas B, Jung J, Kwon YD. Volume stability of hydroxyapatite and β-tricalcium phosphate biphasic bone graft material in maxillary sinus floor elevation: a radiographic study using 3D cone beam computed tomography. Clinical oral implants research. 2016; 27(3):348-353. DOI: 10.1111/clr.12551.	Біфазний кальцій-фосфат (алюмінат) + фібрин	15 пацієнтів/6 місяців	15,68% (207,7 мм3)	OnDemand3D (v. 1.0.9.1138; Cybermed)	Визначення відносного об'єму	p<0,1
3	Lee HG, Kim YD. Volumetric stability of autogenous bone graft with mandibular body bone: cone-beam computed tomography and three-dimensional reconstruction analysis. Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons. 2015; 41(5):232-239. DOI: 10.5125/jkaoms.2015.41.5.232.	Аутологічний/чужорідний блок типу onlay + фібриновий сиклінт + колагенова мембрана	128 участків (95 пацієнтів)/4-6 місяців	74,6%±8,4%	Ez3D2009 program (Vatech, Yongin, Korea)	Показник стабільності розміру	p=0,154
4	Cosso MG, Brto RB, Piattelli A, Slabić JA, Zenobio EG. Volumetric dimensional changes of autogenous bone and the mixture of hydroxyapatite and autogenous bone graft in human maxillary sinus augmentation. A multislice tomographic study. Clinical oral implants research.	Гідроксипатит та аутогена кісткова пластинка (80:20 мас)	20 участків (10 пацієнтів) / 180 днів	25,57-42,30%	VOXAR 3DTM 4.2 (Barco Medical Imaging)	Об'ємна редукція за сумою площ	p<0,1

Рис. 1. Ілюстрація групування результатів у табличному редакторі Microsoft Excel (Microsoft Office 2016).

Таким чином забезпечували кластеризацію результатів пошуку, яка полягала у виділенні компактних одиниць аналізу з подібними властивостями. Вищеописаний підхід дозволяє оптимізувати процес формулювання висновків при

реферуванні великих масивів документів, та забезпечує визначення взаємопов'язаних груп дослідження, спрощення процесу перегляду при пошуку необхідної інформації, знаходження унікальних документів із колекції, виявлення анало-



лення дентальних імплантів після аугментації) складає  $74,6\% \pm 8,4\%$ . При цьому жодних статистичних відмінностей між параметрами віку, статі та обсягом редукції кісткового трансплантату виявити не вдалось. Однак, відмічалось, що горизонтально позиціоновані типи блоків були більш стабільними, у порівнянні із вертикально позиціонованими ( $78,4 \pm 6,9\%$  проти  $71,0 \pm 5,6\%$ ), різниця була статистично значимою за даними методу множинних порівнянь Шеффе), а резидуальний об'єм трансплантату на верхній щелепі був дещо вищий, ніж на нижній ( $75,6 \pm 7,1\%$  проти  $73,4 \pm 9,6\%$ ,  $p=0,154$  – статистичної різниці встановлено не було). У фронтальних участках залишковий обсяг кісткового блоку в кінці періоду спостереження в середньому становив  $79,5 \pm 6,7\%$ , в той час як на дистальних участках –  $73,3 \pm 7,1\%$ . Визначення об'ємних показників трансплантів в області втручання проводилося із використанням адаптованого програмного забезпечення Ez3D2009 (Vatech).

Проблема дослідження об'ємних змін різних аугментів після проведення процедури синус-ліфту із використанням можливостей конусно-променевої комп'ютерної томографії полягає у тому, що на момент реєстрації первинного стану області втручання зазвичай спостерігається набряк та потовщення слизової оболонки верхньощелепового синусу, таким чином, це ускладнює процедуру чіткої диференційної візуалізації інтерфейсу між власне частинками кісткового замінника та границею потовщеної слизової. Використання з метою сегментації області аугментації функції трешхолдингу також характеризується відповідними недоліками, пов'язаними із складністю вибору нижньої межі для виокремлення візуальної області втручання, оскільки розподіл оптичної щільності зображення навіть на невеликій протяжності може бути доволі різним, а на показники такої впливає ряд факторів пов'язаних як із процесом зйомки, так і з особливостями тих чи інших алгоритмів побудови зображення. Cosso та колеги [14] виявили, що у випадках проведення синус-ліфту із використанням суміші гідроксиапатиту та аутогенної кісткової тканини (80:20 по масі) вдається мінімізувати рівень об'ємної редукції до  $25,87\%$  в ході 180 днів спостереження. Для порівняння – ізольоване використання лише аутогенного трансплантату провокувало об'ємну втрату аугментату на  $52,30\%$ . Таким чином, хоча обидва підходи забезпечують успішні результати для подальшої установки дентального імплантату, проте вища розмірна стабільність суміші аутогенної кістки та алопластичного матеріалу краще обґрунтовує прерогативу його застосування. Аналіз томографічних даних проводився у адаптованому програмному записі VOXAR 3DTM 4.2 (Varco Medical Imaging). Schmitt C. та колеги [15] відмітили, що при замірі вертикальних параметрів

втрати рівня області аугментації у десятирічній ретроспективі статистичної значимої різниці при проведенні аугментації аутогенним трансплантатом по методах onlay-графтингу, синус-ліфту та комбінацією даних підходів виявити не вдалось. Загальні показники редукції вертикальних рівнів кістки склали відповідно  $27,51\%$ ,  $28,14\%$  та  $20,24\%$  відповідно.

В дослідженні проведеному Jensen T. та колегами [16] також проводився аналіз різних за співвідношенням кістково-трансплантаційних сумішей, які склалися із неорганічного кісткового матриксу та аутогенної складової, зібраної або з області нижньої щелепи, або з області клубової кістки на тваринній моделі. В ході дослідження було виявлено, що використання лише аорганічного кісткового матриксу та суміші такого із аутогенною складовою у співвідношенні 75:25 забезпечує найменші рівні об'ємної редукції протягом 12 місяців спостереження:  $6\%$  та  $16\%$  відповідно. Із зростанням вмісту аутогенного матеріалу об'єм резорбції трансплантату збільшувався, сягаючи  $65\%$  при використанні лише блоку зібраного із локальних областей організму. Визначення об'ємних змін у даному дослідженні проводилося шляхом імпорту областей інтересу представлених у різних проекціях в'ювера до програмного забезпечення Adobe Photoshop (version CS2, 9.0, Adobe Systems), після чого зображення обробляли із використанням можливостей для графічного аналізу.

Mordenfeld A. та колеги [17] також продемонстрували, що стабільність використовуваних сумішей трансплантів різного походження відрізняється в залежності від співвідношення складових. Дані, отримані авторами в ході дворічного спостереження, вказують на те, що суміш депротейнізованої бичачої кістки та аутогенного аугментату зі співвідношенням 90:10 демонструє об'ємну редукцію трансплантату на  $54,4\%$ , в той час як середній об'єм редукції аналогічної суміші, але у співвідношенні 60:40, не перевищує  $37,5\%$  [17]. Хоча такі показники втрати об'єму на ділянках реконструкції гребня також можуть бути викликані тим, що аналіз за їх змінами проводився в умовах установки та навантаження імплантів у обох групах дослідження. Проте, ad hoc можна стверджувати, що співвідношення складових різного походження у структурі трансплантату 60:40 є більш оптимізованим та ефективним у порівнянні із 90:10, при цьому статистичної різниці між показниками стабільності імплантів встановлених на різних частках виявити не вдалось.

Аналогічне вищеописаному дослідження було проведено Dasmah A. та колегами в 2012 році [18]. Дослідники оцінювали об'ємні зміни аутогенного кісткового трансплантату забраного з області клубової кістки при аугментації ним дистальних участків верхньої щелепи: з лівої

сторони – у формі гранул, з правої – у формі блоку. Через два роки спостереження вищі показники втрати об'єму аугментату відмічались на ділянках реконструкції із застосуванням гранульованої форми кісткового матеріалу – в діапазоні 67,7-93,1%, при цьому абсолютне зниження об'єму трансплантату відбулось з 4842,7-1521,4 мм<sup>3</sup> до 848,6-324,3 мм<sup>3</sup>. Зі сторони аугментації кістковим блоком ступінь резорбції була дещо меншою і коливалась в межах 68,5-86,2%, змінюючись в абсолютних показниках з 4835,5-1005,6 мм<sup>3</sup> до 1065,6-306,4 мм<sup>3</sup> протягом двох років. Статистичної різниці між змінами волюметричних показників трансплантату в даному дослідженні виявилось не вдалось, а значний обсяг редукції може бути викликаний не тільки аутологічного формою аугментату, а й впливом функціонування імплантатів, встановлених в областях реконструкції резидуального гребня, хоча останній аспект досі залишається предметом для подальших наукових досліджень. В більш ранньому рандомізованому дослідженні Mordenfeld A. та колеги [19] було проведений порівняльний аналіз ефективності використання депротейнізованого кісткового ксенографту бичачого походження та аутогенного кісткового матеріалу у співвідношеннях 60:40 та 90:10, з метою латеральної аугментації резидуального гребня щелепи. Виявилось, що середня об'ємна усадка аугментату через 7,5 місяців спостереження майже не відрізняється при використанні кістковозамінних сумішей із різним співвідношенням складових: при 90:10 вона становила 55,3%, а при 60:40 – 53,8%. Аналогічно не відрізнялася редукція ширини гребня виміряна на ділянках 6 мм нижче його верхівки, проте при реєстрації такої на рівні 3 мм апікальніше від верхівки, трансплантат 90:10 демонстрував 46,9% горизонтального зменшення (2,7 мм), а 60:40 – 37,0% (2,0 мм). Усі об'ємні зміни трансплантату визначали на КЛКТ-зрізах опрацьованих в програмному забезпеченні ImageJ software (version 1.45). Незважаючи на статистично значиму різницю у показниках, зменшення геометричних похідних в області аугментації, ні об'ємних, ні гістоморфометричних відмінностей між двома видами трансплантатів, яка була б підтверджена відповідними статистичними даними, виявити не вдалось.

Barone A. та колеги [20] провели диференційну оцінку використання кісткових блоків ксеногенного походження за методикою інтерпозиційного inlay-блоку та аутогенного походження за методикою onlay-блоку. За даними аналізу результатів конусно-променевої комп'ютерної томографії, через 4 місяці після втручання об'ємна редукція ксеногенного блоку становила 29% (1,9 мм втрати вертикальної похідної), а аутогенного походження 35% (1,7 мм втрати вертикальної похідної). Оцінка волюметричних

змін кісткової тканини у даному дослідженні проводилася у програмному забезпеченні SimPlant 12.02 (Materialise Dental Italia) за підходом попередньо описаним Sbordone. Проте, незважаючи на показники об'ємної редукції, паралельно проведений аналіз успішності встановив вищі показники inlay-блоків (93,8%) у порівнянні із onlay-блоками (82,4%), що було викликано частішим виникненням дигісценцій в області втручання у другій групі дослідження. Таким чином, в ході даного дослідження вдалось визначити, що, незважаючи на важливість параметру стабільності кісткового трансплантату, загальна успішність процедури аугментації повинна проводитися із врахування інших не менш важливих критеріїв. При цьому в ході рандомізованих контрольних досліджень необхідно забезпечити проведення адекватного мультифакторного та регресійного аналізу, які б стосувалися визначення впливу конкретних чинників як на кінцевий результат реабілітації, так і на їх потенційний статистичний взаємозв'язок між собою. Spin-Neto R. та колеги [21] також відмітили, що застосування кортикального свіжозамороженого алотрансплантату характеризується найменшим рівнем редукції, у порівнянні із кортикально-губчатим алогграфтом чи аутогенним кістковим матеріалом. При цьому кортикально-губчатий алотрансплантат характеризувався найвищим рівнем об'ємної резорбції у  $-8.3 \pm 7.1\%$  протягом 6-8 місячного періоду спостереження. Аналіз об'ємних змін в області аугментації проводився за даними кросекцій конвертованих у TIFF-файли та опрацьованих у ImageJ (NIH).

За даними Deluiz D. та колеги [22] більш пізня установка дентального імплантата в область аугментації (свіжозамороженим кістковим алогграфтом у формі блоку) провокує більш значну об'ємну втрату трансплантату. Порівнюючи три періоди імплантації після проведення реконструкції ділянок щелеп – через 4, 6 та 8 місяців, дослідники виявили, що установка імплантату через 4 місяці сприяє кращій стабілізації аугментату, при якій об'ємна редукція останнього в середньому складає  $13,02\% \pm 3,86$ . Відстрочення терміну аугментації до 6 та 8 місяців викликає зростання об'ємної втрати аугментату до  $32,77\% \pm 7,84$  та  $50,78\% \pm 10,43$  відповідно. Зміни об'єму трансплантату проводилися виходячи із отриманих КЛКТ-даних в програмному забезпеченні Dental Slice Converter© BioParts (SP). У дослідженні Mazzocco та колеги [23], в якому процедуру синус-ліфту виконували із використанням аорганічного ксенографту бичачого походження, навпаки було встановлено, що відстрочення процедури імплантації у область реконструкції до 8-9 місяців провокує дещо вищі показники об'ємної резорбції (7%) у порівнянні із негайною установкою інтрасоальних опор (13%). Проте, статистично значимої різниці між отри-

маними результатами встановити не вдалось, а усереднений показник об'ємної редукції трансплантату складав 10% (зменшення від  $1,43 \pm 0,539 \text{ мм}^3$  до  $1,287 \pm 0,498 \text{ мм}^3$ ). Усі об'ємні зміни кісткової тканини реєструвались у програмному забезпеченні Mimics 12.1 (Materialise).

Eser C. та колеги [24] описали оригінальний метод порівняння досвіду використання аутологічних (губчастої кістки) та гетерологічних (спонгіозного ксеногенного походного) кісткових аугментатів для заповнення проміжку між кістковими структурами при виконанні остеотомії верхньої щелепи за Ле Фор I відповідно до ортодонтичних показів. Аналіз змін цефалограм до та після аугментації (через 1 тиждень та через 1 рік після втручання) проводився у програмному забезпеченні Dolphin imaging 10.5 (Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif.) із визначенням специфічних ортодонтичних показників. Зміна останніх дозволила встановити факт редукції розмірів аугментатів на 8,3% та 10,8% відповідно. Такий підхід може бути використаний лише в умовах потреби супутнього моніторингу за результатами ортодонтичного лікування, а основний його недолік полягає у необхідності обрахунку змін аугментатів лише за даними планіметричних результатів дослідження. Хоча, з іншої точки зору, не дивлячись на це, динаміку змін кісткових трансплантатів вдається проаналізувати паралельно із отриманими результатами ортодонтичної корекції, тобто, подібна оцінка набуває характеру комплексної та адаптованої до відповідного роду ятрогенних втручань та контингенту пацієнтів.

Проблема ізольованого дослідження розмірних змін кісткових замінників, що використовуються з метою аугментації та підготовки резидуального гребня для подальшої імплантації, полягає у тому, що оцінка розмірної редукції аугментату відбувається переважно уже на певному етапі функціонування власне інтраосальної опори, і значно рідше – до моменту її встановлення. З іншої сторони, оцінка ефективності реабілітації стоматологічного пацієнта носить комплексний характер, тому виокремлення дослідження суто змін кісткового замінника, без врахування результатів подальшої імплантації, забезпечує радше можливості для аргументованого та доказового вибору аугментату на етапах планування втручання та прогнозування результатів, а не для ретроспективної верифікації показників клінічної успішності з метою їх систематизації. У більшості доступних для аналізу публікаціях, присвячених оцінці динамічних змін розмірних параметрів кісткових аугментатів, в ролі прерогативного методу дослідження продемонстровано застосування конусно-променевої

комп'ютерної томографії. Даний метод, на відміну від планіметричних аналогів, забезпечує верифікацію об'єктивної редукції трансплантатів із проведенням подальшого обрахунку показників абсолютної втрати їх об'єму, хоча слід відмітити, що досі не розроблений уніфікований підхід до застосування можливостей КПКТ з вищеприписаною метою. У різних дослідженнях автори керувались різними принципами щодо виокремлення областей інтересу, їх графічного аналізу та навіть щодо вибору відповідного програмного забезпечення, що в свою чергу обмежує можливості для взаємопорівняння даних отриманих різними авторами. В результаті категоризації різних публікацій вдалось систематизувати ряд факторів, які впливають на динаміку розмірних змін кісткових матеріалів, що використовуються з метою аугментації, серед них: походження трансплантату, форма застосування, метод аугментації, термін встановлення імплантата, співвідношення складових при використанні комбінованого кісткового замінника.

#### **Підсумок**

В ході проведеного аналізу результатів попередніх досліджень вдалось встановити, що розмірна стабільність кісткового аугментату при реконструкції альвеолярного гребня залежить від походження та форми останнього, у разі використання суміші матеріалів різного походження – від відсоткового співвідношення складових, техніки використання, факту застосування принципів направленої кісткової регенерації та терміну установки дентального імплантата в області аугментації. Інтерпретації даних, отриманих в ході аналізу змін розмірних параметрів кісткових трансплантатів, залежить від обраного методу дослідження: у всіх вищепроаналізованих публікаціях підходи до оцінки об'ємної редукції ділянок аугментації відрізнялись як за принципами обрахунку (верифікація власне волюметричних змін, обрахунок об'єму виходячи із показників ширини, довжини та висоти, виокремлення області інтересу шляхом трешхолдингу чи мануальної сегментації), так і з точки зору використовуваного адаптованого програмного забезпечення.

#### **Перспективи подальших розробок**

Перспектива подальших досліджень полягає у розробці адаптованої методології категоризації та оцінки результатів твердотканинної аугментації резидуального гребня в ході комплексної стоматологічної реабілітації, направлених на уніфікацію підходу та індивідуалізацію отриманих результатів, які в подальшому можуть використовуватися з метою прогнозу результатів ятрогенних втручань виходячи із вихідних параметрів клінічної ситуації.

Літературні джерела  
References

1. Sanz M, Vignoletti F. Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. *Dental Materials*. 2015;31(6):640-47. DOI: 10.1016/j.dental.2015.03.005.
2. Monje A, Monje F, Suarez F, González-García R, Villanueva-Alcojol L, Moreno C, Wang HL. Vertical and Horizontal Ridge Augmentation of a Severely Resorbed Ridge in the Anterior Maxilla. *Clinical Advances in Periodontics*. 2013;3(4):230-6. DOI: <https://doi.org/10.1902/cap.2012.120068>.
3. Misch CE. Available bone and dental implant treatment plans. *Dental Implant Prosthetics-E-Book*; 2014. 315 p.
4. Sanz-Sanchez I, Ortiz-Vigon A, Sanz-Martin I, Figuero E, Sanz M. Effectiveness of lateral bone augmentation on the alveolar crest dimension: a systematic review and meta-analysis. *Journal of dental research*. 2015;94(9):128S-142S. DOI: 10.1177/0022034515594780.
5. Anitua E, Murias-Freijo A, Alkhraisat MH, Orive G. Implant-guided vertical bone augmentation around extra-short implants for the management of severe bone atrophy. *Journal of Oral Implantology*. 2015;41(5):563-9. DOI: 10.1563/AAID-JOI-D-13-00131.
6. Meijndert CM, Raghoobar GM, Meijndert L, Stellingsma K, Vissink A, Meijer HJ. Single implants in the aesthetic region preceded by local ridge augmentation; a 10-year randomized controlled trial. *Clinical oral implants research*. 2017;28(4):388-95. DOI: 10.1111/clr.12811.
7. Troeltzsch M, Troeltzsch M, Kauffmann P, Gruber R, Brockmeyer P, Moser N, Schliephake H. Clinical efficacy of grafting materials in alveolar ridge augmentation: a systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2016;44(10):1618-29. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.07.028.
8. Donos N, Kostopoulos L, Tonetti M, Karring T. Long-term stability of autogenous bone grafts following combined application with guided bone regeneration. *Clinical oral implants research*. 2005;16(2):133-9. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2004.01104.x
9. Bullens PH, Schreuder BH, de Waal Malefijt MC, Veth RP, Buma P, Verdonschot N. The stability of impacted morsellized bone grafts in a metal cage under dynamic loaded conditions: an in vitro reconstruction of a segmental diaphyseal bone defect. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*. 2009;129(5):575-81. DOI: 10.1007/s00402-009-0821-0.
10. Iizuka T, Smolka W, Hallermann W, Mericske-Stern R. Extensive augmentation of the alveolar ridge using autogenous calvarial split bone grafts for dental rehabilitation. *Clinical oral implants research*. 2004;15(5):607-15. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2004.01043.x
11. Ohe JY, Kim GT, Lee JW, Al Nawas B, Jung J, Kwon YD. Volume stability of hydroxyapatite and  $\beta$ -tricalcium phosphate biphasic bone graft material in maxillary sinus floor elevation: a radiographic study using 3D cone beam computed tomography. *Clinical oral implants research*. 2016;27(3):348-53. DOI: 10.1111/clr.12551.
12. Simonpieri A, Del Corso M, Vervelle A, Jimbo R, Inchingolo F, Sammartino G, Dohan Ehrenfest D. Current knowledge and perspectives for the use of platelet-rich plasma (PRP) and platelet-rich fibrin (PRF) in oral and maxillofacial surgery part 2: Bone graft, implant and reconstructive surgery. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2012;13(7):1231-56. PMID: 21740370
13. Lee HG, Kim YD. Volumetric stability of autogenous bone graft with mandibular body bone: cone-beam computed tomography and three-dimensional reconstruction analysis. *Journal of the Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. 2015;41(5):232-9. DOI: 10.5125/jkaoms.2015.41.5.232.
14. Cosso MG, Brito RB, Piattelli A, Shibli JA, Zenóbio EG. Volumetric dimensional changes of autogenous bone and the mixture of hydroxyapatite and autogenous bone graft in humans maxillary sinus augmentation. A multislice tomographic study. *Clinical oral implants research*. 2014;25(11):1251-6. DOI: 10.1111/clr.12261.
15. Schmitt C, Karasholi T, Lutz R, Wiltfang J, Neukam FW, Schlegel KA. Long-term changes in graft height after maxillary sinus augmentation, onlay bone grafting, and combination of both techniques: a long-term retrospective cohort study. *Clinical oral implants research*. 2014;25(2):38-46. DOI: 10.1111/clr.12045.
16. Jensen T, Schou S, Svendsen PA, Forman JL, Gundersen HJG, Terheyden H, Holmstrup P. Volumetric changes of the graft after maxillary sinus floor augmentation with Bio-Oss and autogenous bone in different ratios: a radiographic study in minipigs. *Clinical oral implants research*. 2012;23(8):902-10. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2011.02245.x.
17. Mordenfeld A, Aludden H, Starch-Jensen T. Lateral ridge augmentation with two different ratios of deproteinized bovine bone and autogenous bone: A 2-year follow-up of a randomized and controlled trial. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2017;19(5):884-94. DOI: 10.1111/cid.12512.
18. Dasmah A, Thor A, Ekestubbe A, Sennerby L, Rasmusson L. Particulate vs. block bone grafts: three-dimensional changes in graft volume after reconstruction of the atrophic maxilla, a 2-year radio-

graphic follow-up. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2012;40(8):654-9. DOI: 10.1016/j.jcms.2011.10.032.

19. Mordenfeld A, Johansson CB, Albrektsson T, Hallman M. A randomized and controlled clinical trial of two different compositions of deproteinized bovine bone and autogenous bone used for lateral ridge augmentation. *Clinical oral implants research*. 2014;25(3):310-20. DOI: 10.1111/clr.12143.

20. Barone A, Toti P, Menchini-Fabris GB, Felice P, Marchionni S, Covani U. Early volumetric changes after vertical augmentation of the atrophic posterior mandible with interpositional block graft versus onlay bone graft: A retrospective radiological study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2017;45(9):1438-47. DOI: 10.1016/j.jcms.2017.01.018.

21. Spin-Neto R, Stavropoulos A, Coletti FL, Pereira LA, Marcantonio E, Wenzel A. Remodeling of cortical and corticocancellous fresh-frozen allogeneic block bone grafts—a radiographic and his-

tomorphometric comparison to autologous bone grafts. *Clinical oral implants research*. 2015;26(7):747-52. DOI: 10.1111/clr.12343.

22. Deluiz D, Oliveira LS, Pires FR, Tinoco EMB. Time Dependent Changes in Fresh Frozen Bone Block Grafts: Tomographic, Histologic, and Histomorphometric Findings. *Clinical implant dentistry and related research*. 2015;17(2):296-306. DOI: 10.1111/cid.12108.

23. Mazzocco F, Lops D, Gobbato L, Lolato A, Romeo E, Del Fabbro M. Three-dimensional volume change of grafted bone in the maxillary sinus. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2014;29(1):174-8. DOI: 10.11607/jomi.3236.

24. Eser C, Gencel E, Gokdogan M, Kesiktaş E, Yavuz M. Comparison of autologous and heterologous bone graft stability effects for filling maxillary bone gap after Le Fort I osteotomy. *Adv Clin Exp Med*. 2015; 24(2):341-8. DOI: 10.17219/acem/40450.

**Русин В.В., Кенюк А.Т., Гончарук-Хомин М.Ю. Аналіз динамічних змін розмірних параметрів кісткових аугментатів при реконструкції альвеолярного гребня виходячи з впливу різних визначальних факторів.**

**Реферат.** Недостатньо вивченим залишається питання залежності змін розмірних параметрів кісткових аугментатів ще до моменту встановлення у них внутрішньокісткових титанових елементів від впливу низки визначальних факторів, в тому числі і від походження трансплантату та застосовуваної техніки реконструкції резидуального гребня. З іншої сторони, важливо встановити, наскільки дані, отримані в ході одних досліджень, присвячених питанню аналізу змін розмірних характеристик кісткового замітника в області втручання, можливо співставити із аналогічними даними, отриманими в ході досліджень проведених іншими авторами, тобто, наскільки уніфікованими є уже описані алгоритми вивчення даного питання з точки зору стандартизації методологічного підходу. Мета – проведення аналізу динамічних змін розмірних параметрів кісткових аугментатів виходячи з впливу різних визначальних факторів за даними попередньо проведених наукових та клінічних досліджень. В ході проведеного аналізу результатів попередніх досліджень вдалось встановити, що розмірна стабільність кісткового аугментату при реконструкції альвеолярного гребня залежить від походження та форми аугментату, у разі використання суміші матеріалів різного походження – від відсоткового співвідношення складових, техніки використання, факту застосування принципів направленої кісткової регенерації та терміну установки дентального імплантату в області аугментації. Інтерпретація даних, отриманих в ході аналізу змін розмірних параметрів кісткових трансплантатів, залежить від обраного методу дослідження: у проаналізованих публікаціях підходи до оцінки об'ємної редукції ділянок аугментації відрізнялись як за принципами обчислення (верифікація власне волюметричних змін, обрахунок об'єму виходячи із показників ширини, довжини та висоти, виокремлення області інтересу шляхом трешхолдингу чи мануальної сегментації), так і з точки зору використовуваного адаптованого програмного забезпечення.

**Ключові слова:** кісткові замітники, розмірні зміни, аугментація кісткового гребня.

**Русин В.В., Кенюк А.Т., Гончарук-Хомин М.Ю. Анализ динамических изменений размерных параметров костных аугментатов при реконструкции альвеолярного гребня исходя из влияния различных определяющих факторов.**

**Реферат.** Недостаточно изученным остается вопрос зависимости изменений размерных параметров костных аугментатов еще до момента установления в них внутрикостных титановых элементов от воздействия ряда определяющих факторов, в том числе и от происхождения трансплантата и применяемой техники реконструкции резидуального гребня. С другой стороны, важно установить, насколько данные, полученные в ходе одних исследований, посвященных вопросу анализа изменений размерных характеристик костного заменителя в области вмешательства, возможно сопоставить с аналогичными данными, полученными в ходе исследований, проведенных другими авторами, то есть, насколько унифицированными есть уже описанные алгоритмы изучения данного вопроса с точки зрения стандартизации методо-



логического подхода. Цель – проведение анализа динамических изменений размерных параметров костных аугментатив исходя из влияния различных определяющих факторов по данным предварительно проведенных научных и клинических исследований. В ходе проведенного анализа результатов предварительно проведенных исследований удалось установить, что размерная стабильность костного аугментата при реконструкции альвеолярного гребня зависит от происхождения и формы аугментата, в случае использования смеси материалов различного происхождения - от процентного соотношения составляющих, техники использования, факта применения принципов направленной костной регенерации и срока установки дентального имплантата в области аугментации. Интерпретация данных, полученных в ходе анализа изменений размерных параметров костных трансплантатов, зависит от выбранного метода исследования: во всех проанализированных публикациях подходы к оценке объемной редукции участков аугментации отличались как по принципам расчета (верификация собственно волюметрических изменений, расчет объема исходя из показателей ширины, длины и высоты, выделение области интереса путем трешхолдинга или мануальной сегментации), так и с точки зрения используемого адаптированного программного обеспечения.

**Ключевые слова:** костные заменители, размерные изменения, аугментация костного гребня