

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-116-120

УДК 616-08-035

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕМА КОСТНОЙ ТКАНИ В ЗОНЕ ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Мухамметбердиев Б. Ч., Халиуллина А. А., Ксембаев С. С., Салахов А. К.

Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

Аннотация

Предмет исследования — современные методы и материалы для восстановления объема костной ткани в зоне планируемой дентальной имплантации, их клиническая эффективность и недостатки.

Цель исследования — изучить материалы публикаций, посвященных методам восстановления объема костной ткани перед дентальной имплантацией, перспективных для использования в клинической практике.

Методология. Проведен обзор источников литературы и проанализированы методы восстановления объема костной ткани перед проведением дентальной имплантации, описана их эффективность и недостатки.

Результаты. В литературе описано большое количество разнообразных методов для восстановления объема костной ткани челюстей. Для создания адекватных анатомо-топографических условий применяются направленная регенерация, трансплантация кости, методы дистракционного остеогенеза и др. В современной клинической практике для восстановления объема костной ткани используются различные материалы. Результаты исследований показывают эффективность использования аутологических костных, ксеногенных материалов, аллогенных материалов в сочетании с резорбируемыми барьерными мембранами, а также синтетических и комбинированных пластических материалов.

Данные исследований демонстрируют некоторую вариабельность показателей успешности синус-лифтинга в зависимости от используемого трансплантационного материала.

Техника расщепления альвеолярного гребня с направленной регенерацией кости или без нее во время имплантации стала признанным методом горизонтальной аугментации кости. В последние годы было разработано несколько методов расщепления гребня, включая остеотомию расщепленного гребня, остеотомию с расширением гребня и различные другие модификации.

Выводы. Достаточное количество и качество кости остается определяющим требованием для успешной долгосрочной приживаемости и успеха имплантации, а также для предотвращения развития воспалительных осложнений вокруг имплантата.

Восстановление объема костной ткани челюстей может обеспечить оптимальные условия для успешной установки имплантата.

Операция синус-лифтинг является безопасной процедурой с низким уровнем осложнений и предсказуемыми результатами.

Метод расщепления альвеолярного гребня позволяет результативно проводить расширение узкого альвеолярного гребня в месте предполагаемой дентальной имплантации.

Из предложенного большого количества материалов для восстановления объема костной ткани в зоне дентальной имплантации, на наш взгляд, необходим выбор для каждого конкретного случая.

Ключевые слова: дентальная имплантация, объем костной ткани, методы восстановления, материалы

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов

Бегли Чарыевич МУХАММЕТБЕРДИЕВ ORCID ID 0009-0007-4649-4607

аспирант кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Казанского государственного медицинского университета, г. Казань, Россия

begli0585@gmail.ru

Айгуль Айдаровна ХАЛИУЛЛИНА ORCID ID 0000-0001-8790-5096

к.м.н., ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

ayuni@mail.ru

Саид Сальменович КСЕМБАЕВ ORCID ID 0000-0002-5712-9601

д.м.н., профессор, и. о. заведующего кафедрой челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

kseba@mail.ru

Альберт Кирамович САЛАХОВ ORCID ID 0000-0002-0791-1363

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

albert-salahov@yandex.ru

Адрес для переписки: Айгуль Айдаровна ХАЛИУЛЛИНА

420064, г. Казань, ул. Гарифа Ахунова, д. 2, пом. 1104

+7 (917) 917-91-94

ayuni@mail.ru

Образец цитирования:

Мухамметбердиев Б. Ч., Халиуллина А. А., Ксембаев С. С., Салахов А. К.

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕМА КОСТНОЙ ТКАНИ В ЗОНЕ ПЛАНИРУЕМОЙ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ. Проблемы стоматологии. 2026; 3: 116-120.

© Мухамметбердиев Б. Ч. и др., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-116-120

Поступила 07.07.2026. Принята к печати 05.09.2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-116-120

METHODS OF BONE AUGMENTATION IN THE AREA OF PLANNED DENTAL IMPLANTATION**Mukhametberdiyev B.Ch., Khaliullina A.A., Ksembaev S.S., Salakhov A.K.***Kazan State Medical University, Kazan, Russia***Abstract**

Subject. Modern methods and materials for bone augmentation in the area of planned dental implantation, their clinical efficacy and limitations.

Objective. To review published literature on methods of bone augmentation prior to dental implantation that are promising for clinical application.

Methodology. A review of scientific literature sources was conducted, and methods of bone volume restoration before dental implantation were analyzed, with their efficacy and limitations described.

Results. The literature describes a wide variety of methods for restoring jaw bone volume. To establish adequate anatomical and topographical conditions, guided bone regeneration, bone grafting, distraction osteogenesis techniques, and other approaches are employed. In contemporary clinical practice, various materials are used for bone augmentation. Research findings demonstrate the effectiveness of autologous bone grafts, xenogeneic materials, allogeneic materials in combination with resorbable barrier membranes, as well as synthetic and composite grafting materials.

Research data show some variability in the success rates of sinus lift procedures depending on the graft material used. The technique of alveolar ridge splitting, with or without guided bone regeneration during implantation, has become an established method for horizontal bone augmentation. In recent years, several ridge splitting techniques have been developed, including split-crest osteotomy, ridge expansion osteotomy, and various other modifications.

Conclusions. Sufficient bone quantity and quality remain the determining requirements for long-term implant survival and success, as well as for preventing the development of inflammatory complications around the implant. Restoration of jaw bone volume can ensure optimal conditions for successful implant placement. Sinus lift surgery is a safe procedure with a low complication rate and predictable outcomes. The alveolar ridge splitting method effectively allows for the expansion of a narrow alveolar ridge at the site of planned dental implantation. In our opinion, among the wide range of materials available for bone augmentation in the area of dental implantation, a case-specific selection is necessary.

Keywords: dental implantation, bone volume, augmentation methods, grafting materials

The authors declare no conflict of interest

Begli Ch. MUKHAMEDBERDIYEV ORCID ID 0009-0007-4649-4607

Postgraduate Student, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia
begli0585@gmail.ru

Aigul A. KHALIULLINA ORCID ID 0000-0001-8790-5096

PhD, Assistant Professor, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia
ayuni@mail.ru

Said S. KSEMBAEV ORCID ID 0000-0002-5712-9601

PhD, MD, DSc, Professor, Acting Head of the Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia
ksesa@mail.ru

Albert K. SALAKHOV ORCID ID 0000-0002-0791-1363

PhD, Associate Professor, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Kazan State Medical University, Kazan, Russia
albert-salakhov@yandex.ru

Correspondence address: Aigul A. KHALIULLINA

2 Garif Akhunov St., Prem. 1104, Kazan, 420064, Russia
+7 (917) 917-91-94
ayuni@mail.ru

For citation:

Mukhametberdiyev B.Ch., Khaliullina A.A., Ksembaev S.S., Salakhov A.K.

METHODS OF BONE AUGMENTATION IN THE AREA OF PLANNED DENTAL IMPLANTATION. Actual problems in dentistry. 2026; 3: 116-120. (In Russ.)

© Mukhametberdiyev B.Ch. et al., 2026

DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-3-116-120

Received 07.07.2026. Accepted 05.09.2026

Введение

Дентальная имплантация является признанным методом восстановления дефектов зубных рядов, позволяющим восстановить жевательную функцию и улучшить эстетику лица. Однако успешность имплантации напрямую зависит от наличия достаточного объема и качества костной ткани челюстей. При недостаточном количестве и качестве костной ткани альвеолярного отростка имплантат устанавливают только после создания необходимого объема костной ткани челюстей [9, 12, 26].

Потеря зубов по разным причинам приводит к альвеолярной резорбции, что создает значительные трудности при проведении дентальной имплантации. Восстановление объема костной ткани челюстей позволяет обеспечить оптимальные условия для успешной установки имплантата. Для создания адекватных анатомо-топографических условий применяются направленная регенерация, трансплантация кости, методы distraction osteogenesis и другие подходы [21, 27].

Основными материалами, используемыми при зубной имплантации, являются: аутогенные костные трансплантаты, аллогенная кость, ксеноткани, синтетические материалы, комбинированные пластические материалы, мембраны для направленной регенерации кости. В некоторых случаях применяют корригирующее хирургическое лечение: операции на мягких тканях полости рта и на костных тканях челюстей, направленные на восстановление объема челюстной кости для успешной остеоинтеграции имплантатов [8, 12].

При установке в ткани челюсти искусственной опоры необходимо принимать во внимание анатомические условия полости рта. Учитываются все топографо-анатомические параметры строения челюсти, объем и структура костной ткани в зоне дентальной имплантации. Решающую роль в оценке объемных и качественных параметров челюстей перед дентальной имплантацией играет рентгенологическое исследование.

Цель работы — изучить материалы публикаций, посвященных методам восстановления объема костной ткани перед дентальной имплантацией, перспективных для использования в клинической практике, а также провести анализ их эффективности и недостатков.

Материалы и методы исследования

Проведен обзор отечественной и зарубежной научной литературы, посвященной методам восстановления объема костной ткани челюстей перед дентальной имплантацией. Поиск источников осуществлялся в электронных базах данных eLibrary, PubMed, Scopus и Google Scholar за период с 2014 по 2024 годы. Проанализированы клинические исследования, систематические обзоры и мета-анализы, посвященные различным методам аугментации костной ткани: применению аутогенных, аллогенных, ксеногенных и синтетических материалов, использованию барьерных мембран, методикам синус-лифтинга и расщепления альвеолярного гребня. Проведен анализ эффективности и недостатков каждого метода на основании данных литературы.

Результаты исследования и их обсуждение

Аутогенные трансплантаты остаются «золотым стандартом» восстановления костной ткани челюсти, обеспечивая остеоиндукцию и остеокондукцию, быструю реваскуляризацию и органотипичное костеобразование [17]. Метод с титановой сеткой позволяет установить имплантат через 4 мес. [17], средний прирост кости достигает 4,75 мм [31]. Свободный десневой и субэпителиальный соединительнотканый трансплантаты эффективны для увеличения кератинизированной слизистой и толщины мягких тканей, обеспечивая положительный эстетический результат [1, 10, 22, 28, 33]. Основные недостатки аутокости — необходимость донорского участка, риск инфекции, резорбции и выраженный болевой синдром [21].

Альтернативные материалы: ауодентин (сходство по составу, остеокондуктивный и остеоиндуктивный потенциал, носитель BMP-2) [2, 6, 15]; деминерализованный костный матрикс (остеоиндукция и остеоиндукция, неограниченное количество, но вариабельная активность) [18]; ксеногенные гидроксиапатитсодержащие материалы (биосовместимость, стимуляция остеоинтеграции) [13, 23]; синтетические остеопластики (остеоиндукция, остеоиндукция за счет октакальцийфосфата) [20, 25]; композиты с гиалуроновой кислотой и фибрином [7]; хитозановые гидрогели и скаффолды (создают матрицу для клеточной адгезии и антибактериальный эффект) [11, 14, 16, 24].

Факторы роста (TGF- β , BMP-2) ускоряют заживление и обладают остеоиндуктивным действием [27, 29]. Барьерные мембраны — ключевой элемент направленной костной регенерации, предотвращающий инвазию мягких тканей [10, 22]. Нерезорбируемые (в т. ч. армированные титаном) обеспечивают стабильность объема при больших дефектах, но требуют повторного вмешательства [1, 26]; резорбируемые (коллагеновые, синтетические) не требуют удаления, но уступают в механической прочности [11]. Коллагеновые мембраны показывают прирост кости от 25 до 102 % [31], средний вертикальный прирост — до 5,21 мм [30], увеличение толщины мягких тканей — до 2,17 мм [2, 14].

Синус-лифтинг эффективен при атрофии верхней челюсти: открытый — при высоте кости < 10 мм, закрытый — 10–12 мм [5]. Прирост высоты достигает 8,86–15,25 мм в зависимости от материала [9, 28]. Успешность процедуры: 92–95,6 % для ауто-, алло- и ксеноматериалов, 81 % — для аллопластиков [19]. Выживаемость имплантатов — до 98,73 % [24]. Осложнения: перфорация мембраны Шнайдера, воспаление, кровотечение, миграция материала, синусит [21, 27, 33].

Расщепление альвеолярного гребня увеличивает горизонтальную ширину в среднем на 3 мм с приживаемостью имплантатов до 100 % [23, 30]. Метод обеспечивает адекватный объем кости для имплантации в 82 % случаев [4].

Таким образом, выбор метода зависит от клинической ситуации, объема дефекта и требуемого времени

лечения; комбинированные подходы и новые биоматериалы повышают предсказуемость результатов.

Выводы:

1. Достаточное количество и качество костной ткани остается определяющим требованием для успешной долгосрочной приживаемости имплантатов и предотвращения развития воспалительных осложнений вокруг имплантата.

2. Восстановление объема костной ткани челюстей может обеспечить оптимальные условия для успешной установки имплантата. Предложено большое количество разнообразных методов и материалов для восстановления объема костной ткани челюстей. Результаты исследований показывают эффективность использования аутологических костных, ксеногенных материалов, аллогенных материалов в сочетании с резорбируемыми барьерными мембранами, а также синтетических и комбинированных пластических материалов.

3. Операция синус-лифтинг является безопасной процедурой с низким уровнем осложнений и предсказуемыми результатами, что делает ее методом выбора при атрофии в боковых отделах верхней челюсти.

4. Метод расщепления альвеолярного гребня позволяет результативно проводить расширение узкого альвеолярного гребня в месте предполагаемой дентальной имплантации, особенно при горизонтальной атрофии.

5. Из предложенного большого количества материалов для восстановления объема костной ткани в зоне дентальной имплантации необходим индивидуальный выбор для каждого конкретного клинического случая с учетом типа и степени атрофии, эстетических требований и ожидаемых функциональных результатов. Продолжаются исследования методов восстановления объема костной ткани челюстей, чтобы улучшить результаты имплантационной терапии.

Литература/References

- Кулаков А. А., Бадалян В. А., Хамраев Т. К., Каспаров А. С., Брутян В. А. Барьерные мембраны для регенерации костной ткани. Российский стоматологический журнал. 2020;24(2):114–118. [Kulakov A. A., Badalyan V. A., Khamraev T. K., Kasparov A. S., Brutyan V. A. Barrier membranes for guided bone regeneration. Russian Journal of Dentistry. 2020;24(2):114–118. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17816/728-2802-2020-24-2-114-118>
- Дробышев А. Ю., Редько Н. А., Свиридов Е. Г., Деев Р. В. Особенности регенерации костной ткани альвеолярного гребня челюстей при применении материала на основе гидроксиапатита. Травматология и ортопедия России. 2021;27(1):9–18. [Drobyshev A. Y., Redko N. A., Sviridov E. G., Deev R. V. Features of Bone Regeneration of the Jaws Alveolar Ridge Using Hydroxyapatite-Based Material. Traumatology and Orthopedics of Russia. 2021;27(1):9–18. (In Russ.).] <https://doi.org/10.1823/2311-2905-2021-27-1-9-18>
- Дробышев А. Ю., Редько Н. А., Скакунов Я. И., Ваулина Д. С. Синус-лифтинг как способ увеличения объема костной ткани в дистальных отделах верхней челюсти в предимплантационном периоде. Российская стоматология. 2020;13(3):48–50. [Drobyshev A. Yu., Redko N. A., Skakunov Ya. I., Vaulina D. S. Sinus lifting as a method of increasing bone volume in the distal parts of the maxilla in the pre-implantation period. Russian Journal of Stomatology. 2020;13(3):48–50. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/rossomat20201303121>
- Едранов С. С., Матвеева Н. Ю., Калинин С. Г. Накостная фиксация свободного десневого трансплантата вызывает остеиндуктивный эффект в альвеолярной кости человека. Клеточные технологии в биологии и медицине. 2021;(3):201–207. [Edranov S. S., Matveeva N. Y., Kalinichenko S. G. Osteogenic and regenerative potential of free gingival graft. Kletochnye Tekhnologii v Biologii i Meditsine. 2021;(3):201–207. (In Russ.).] <https://doi.org/10.47056/1814-3490-2021-3-201-207>
- Едранов С. С., Матвеева Н. Ю., Калинин С. Г. Остеогенный и регенераторный потенциал свободного десневого трансплантата. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2021;171(3):391–396. [Edranov S. S., Matveeva N. Yu., Kalinichenko S. G. Osteogenic and regenerative potential of free gingival graft. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2021;171(3):391–396. (In Russ.).] <https://doi.org/10.47056/0365-9615-2021-171-3-391-396>
- Ершова А. М. Сравнительный анализ эффективности применения синтетических и ксеногенных остеопластических материалов для восстановления объема альвеолярной кости челюстей перед дентальной имплантацией: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва; 2018. 24 с. [Ershova A. M. Comparative analysis of the effectiveness of using synthetic and xenogenic osteoplastic materials for restoring the volume of the alveolar bone of the jaws before dental implantation: abstract of a dissertation for the degree of candidate of medical sciences. Moscow; 2018. 24 p. (In Russ.).] https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008712658
- Знаменская Ю. П. Применение препарата на основе гиалуроновой кислоты при augmentации лунок удаленных зубов перед дентальной имплантацией: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва; 2021. 24 с. [Znamenskaya Yu. P. Use of a hyaluronic acid-based preparation in augmentation of sockets of extracted teeth before dental implantation: abstract of a dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Moscow; 2021. 24 p. (In Russ.).] https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_010809529
- Корсакова А. И., Орлинская Н. Ю., Дурново С. А. Костное моделирование альвеолярных отростков (частей) челюстей при реконструкции костной ткани методом контролируемого расщепления альвеолярного гребня. В: VOLGAMEDSCIENCE: Сборник тезисов VII Всероссийской конференции молодых ученых и студентов с международным участием: материалы конференции; Нижний Новгород; 16–18 марта 2021 года. Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 2021. С. 743–745. [Korsakova A. I., Orlinskaya N. Yu., Durnovo S. A. Bone modeling of the alveolar processes (parts) of the jaws during bone tissue reconstruction by controlled splitting of the alveolar ridge. In: VOLGAMEDSCIENCE: Collection of abstracts of the VII All-Russian Conference of Young Scientists and Students with International Participation: conference materials; Nizhny Novgorod; March 16–18, 2021. Nizhny Novgorod: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Privolzhsky Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2021. Pp. 743–745. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=47162990>
- Курбанов Х. Р., Орипов Ф. С., Деев Р. В. Влияние октакальция фосфата и его комбинированных форм на регенерацию костей. Journal of Biomedicine and Practice. 2023;8(4):114–122. [Kurbanov Kh. R., Oripov F. S., Deev R. V. Effect of octacalcium phosphate and its combined forms on bone regeneration. Journal of Biomedicine and Practice. 2023;8(4):114–122. (In Russ.).] <https://tadqiqot.uz/index.php/biomedicine/article/view/8219>
- Макарова Н. И., Слуккина М. С., Пескова А. В. Применение трансплантатов для augmentации мягких тканей в области дентальных имплантатов. Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2023;(4–2):189–194. [Makarova N. I., Slukina M. S., Peskova A. V. The use of grafts for soft tissue augmentation around the dental implants. Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences. 2023;(4–2):189–194. (In Russ.).] <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/3/2023/%E2%84%96604/2/023b2b27-d1fd-4a17-a3a1-782088e4fc87>
- Мележечкина И. А., Атрушкевич В. Г., Берченко Г. Н. Сравнительная морфологическая оценка качества биоинтеграции шитых и нешитых ксеногенных материалов. Пародонтология. 2022;27(4):288–297. [Melezhchikina I. A., Atrushkevich V. G., Berchenko G. N. Comparative morphological assessment of crosslinked and non-crosslinked xenograft biointegration quality. Parodontologia. 2022;27(4):288–297. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2022-27-4-288-297>
- Рекель К. В., Семёнов М. Г., Михайлов В. В., Шалак О. В. Особенности костной пластики при выраженной атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти у пациентов с верхнечелюстным синуситом. Институт стоматологии. 2019;(1):42–45. [Rekel K. V., Semionov M. G., Mikhailov V. V., Shalak O. V. Features of bone grafting procedures in severe maxilla alveolar atrophy in patients with the maxillary sinusitis. The Dental Institute. 2019;(1):42–45. (In Russ.).] <https://elibrary.ru/item.asp?id=39154457>
- Тарасенко С. В., Ершова А. М. Применение синтетических остеопластических материалов для увеличения параметров альвеолярной кости челюстей перед дентальной имплантацией. Стоматология. 2017;96(2):70–74. [Tarasenko S. V., Ershova A. M. Synthetic osteoplastic materials for alveolar bone augmentation before dental implantation. Stomatology. 2017;96(2):70–74. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/stomat201796270-74>
- Jamcoski V. H., Faot F., Marcello-Machado R. M., Melo A. C. M., Fontão F. N. G. K. 15-Year Retrospective Study on the Success Rate of Maxillary Sinus Augmentation and Implants: Influence of Bone Substitute Type, Presurgical Bone Height, and Membrane Perforation during Sinus Lift. BioMed research international. 2023;2023:9144661. <https://doi.org/10.1155/2023/9144661>
- Yi Z., Miao X., Wang L., Zhang G., Wu Y. A customized subepithelial connective tissue graft for interdental papilla reconstruction and soft tissue augmentation. Journal of esthetic and restorative dentistry. 2022;34(3):451–460. <https://doi.org/10.1111/jerd.12858>
- Manekar V. S., Shenoi S. R., Manekar S., Jhon J. Alveolar ridge split and expansion with simultaneous implant placement in mandibular posterior sites using motorized ridge expanders — modified treatment protocol. National journal of maxillofacial surgery. 2022;13(3):411–420. https://doi.org/10.4103/njms.njms_417_21

17. Wang Y., Zou J., Cai M., Wang Y., Mao J., Shi X. Applicatoin of chitosan-based hydrogel in oral tissue engineering. *Journal of Central South University. Medical sciences*. 2023;48(1):138–147. <https://doi.org/10.11817/j.issn.1672-7347.2023.220370>
18. Tommasato G., Del Fabbro M., Oliva N., Khijmatgar S., Grusovin M. G., Sculean A., Canullo L. Autogenous graft versus collagen matrices for peri-implant soft tissue augmentation. A systematic review and network meta-analysis. *Clinical oral investigations*. 2024;28(5):300. <https://doi.org/10.1007/s00784-024-05684-5>
19. Ren Y., Fan L., Alkildani S., Liu L., Emmert S., Najman S. et al. Barrier Membranes for Guided Bone Regeneration (GBR): A Focus on Recent Advances in Collagen Membranes. *International journal of molecular sciences*. 2022;23(23):14987. <https://doi.org/10.3390/ijms232314987>
20. Bee S. L., Hamid Z. A.A. Asymmetric resorbable-based dental barrier membrane for periodontal guided tissue regeneration and guided bone regeneration: A review. *Journal of biomedical materials research. Part B, Applied biomaterials*. 2022;110(9):2157–2182. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.35060>
21. Poon B., Kha T., Tran S., Dass C. R. Bone morphogenetic protein-2 and bone therapy: successes and pitfalls. *The Journal of pharmacy and pharmacology*. 2016;68(2):139–147. <https://doi.org/10.1111/jphp.12506>
22. Caballé-Serrano J., Munar-Frau A., Ortiz-Puigpelat O., Soto-Penaloza D., Peñarrocha M., Hernández-Alfaro F. On the search of the ideal barrier membrane for guided bone regeneration. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2018;10(5): e477–e483. <https://doi.org/10.4317/jced.54767>
23. Mahmood A., Maher N., Amin F., Alqutaibi A. Y., Kumar N., Zafar M. S. Chitosan-based materials for dental implantology: A comprehensive review. *International journal of biological macromolecules*. 2024;268(Pt 2):131823. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131823>
24. Molina A., Sanz-Sánchez I., Sanz-Martín I., Ortiz-Vigón A., Sanz M. Complications in sinus lifting procedures: Classification and management. *Periodontology* 2000. 2022;88(1):103–115. <https://doi.org/10.1111/prd.12414>
25. Chiapasco M., Casentini P., Tommasato G., Dellavia C., Del Fabbro M. Customized CAD/CAM titanium meshes for the guided bone regeneration of severe alveolar ridge defects: Preliminary results of a retrospective clinical study in humans. *Clinical oral implants research*. 2021;32(4):498–510. <https://doi.org/10.1111/clr.13720>
26. Zhang H., Yang L., Yang X. G., Wang F., Feng J. T., Hua K. C. et al. Demineralized Bone Matrix Carriers and their Clinical Applications: An Overview. *Orthopaedic surgery*. 2019;11(5):725–737. <https://doi.org/10.1111/os.12509>
27. Grawish M. E., Grawish L. M., Grawish H. M., Grawish M. M., Holiel A. A., Sultan N., El-Negoly S. A. Demineralized Dentin Matrix for Dental and Alveolar Bone Tissues Regeneration: An Innovative Scope Review. *Tissue engineering and regenerative medicine*. 2022;19(4):687–701. <https://doi.org/10.1007/s13770-022-00438-4>
28. Urban I. A., Montero E., Monje A., Sanz-Sánchez I. Effectiveness of vertical ridge augmentation interventions: A systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical periodontology*. 2019;46(Suppl 21):319–339. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13061>
29. Jeng M. D., Chiang C. P. Autogenous bone grafts and titanium mesh-guided alveolar ridge augmentation for dental implantation. *Journal of dental sciences*. 2020;15(3):243–248. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.06.012>
30. Manohar S. S., Das C., Kakati V. Bone Tissue Engineering Scaffolds: Materials and Methods. 3D printing and additive manufacturing. 2024;11(1):347–362. <https://doi.org/10.1089/3dp.2022.0216>
31. Alshamrani A. M., Mubarki M., Alsager A. S., Alsharif H. K., AlHumaidan S. A., Al-Omar A. Maxillary Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques. *Presurgical Evaluation, and Complications*. *Cureus*. 2023;15(11): e49553. <https://doi.org/10.7759/cureus.49553>
32. Milinkovic I., Cordaro L. Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2014;43(5):606–625. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2013.12.004>
33. Lie S. A.N., Claessen R. M.M.A., Leung C. A.W., Merten H. A., Kessler P. A.W.H. Non-grafted versus grafted sinus lift procedures for implantation in the atrophic maxilla: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2022;51(1):122–132. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.03.016>
34. Oh S. L., Ji C., Azad S. Free gingival grafts for implants exhibiting a lack of keratinized mucosa: Extended follow-up of a randomized controlled trial. *Journal of clinical periodontology*. 2020;47(6):777–785. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13272>