

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-2-29-36
УДК 616.31. 616.31-085

КОСТНАЯ ПЛАСТИКА ЧЕЛЮСТЕЙ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ, ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ (ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР)

Ремизова Е. А.¹, Полупан П. В.²

¹ ООО «Ин-Клиник», г. Москва, Россия

² Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского», г. Москва, Россия

Аннотация

Предмет исследования. В случаях атрофии костной ткани в предполагаемой зоне проведения дентальной имплантации специалисту приходится прибегать к восстановлению имеющегося дефекта. Несмотря на разнообразие методик проведения костной пластики, данные хирургические вмешательства представляют ряд сложностей даже для опытного хирурга. Это зачастую заставляет специалистов искать альтернативные пути хирургического лечения, что в дальнейшем может неудовлетворительно сказываться на выборе ортопедической конструкции.

Цель: провести анализ основных ошибок и осложнений, возникающих на различных этапах проведения костной пластики.

Методология. Выполнен анализ научной литературы за период с середины XX в. по настоящее время, посвященной планированию и проведению оперативных вмешательств по устранению дефицита костной ткани челюстей; данные литературы сравнены с собственным клиническим опытом. Поиск и подбор литературы проводился по базе данных PubMed и медицинской библиотеки eLibrary.

Результаты. В настоящее время предлагается множество методик проведения остеопластических операций, а также использование различных по происхождению материалов. Выбор методики операции обусловлен объемом, морфологией и расположением имеющегося дефекта костной ткани, для чего специалистами сформулирован ряд рекомендаций и ориентировочных критериев. Но даже при соблюдении вышеуказанных пунктов остается высоким риск развития осложнений, а окончательный результат не всегда предсказуем. Осложнения возникают на всех этапах хирургического лечения и могут быть обусловлены как ошибочными действиями врача, так и несовершенством применяемых для костной пластики материалов.

Выводы. Необходим персонализированный выбор методики костной пластики, включающий в себя анализ морфологии дефекта и клинико-лабораторное исследование с изучением тромбодинамики, микробиоты полости рта и биохимических маркеров костного обмена и микроциркуляции. Следует отметить, что важную роль в успехе остеопластики играет не только выбор метода операции, но и уровень подготовки хирурга, а также послеоперационное ведение пациента.

Ключевые слова: дентальная имплантация, костная пластика, дефект костной ткани, остеопластический материал, адентия, дефект зубного ряда

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Екатерина Анатольевна РЕМИЗОВА ORCID ID 0000-0001-8443-4057

к.м.н., челюстно-лицевой хирург, стоматолог-хирург ООО «Ин-Клиник», г. Москва, Россия

ek.remizova@bk.ru

Павел Витальевич ПОЛУПАН ORCID ID 0000-0003-0161-3784

к.м.н., доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и госпитальной хирургической стоматологии Факультета усовершенствования

врачей, Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского, г. Москва, Россия

p_polutan@mail.ru

Адрес для переписки: Екатерина Анатольевна РЕМИЗОВА

127273 г. Москва, ул. Олонская, 4

+7 (916) 3342569

ek.remizova@bk.ru

Образец цитирования:

Ремизова Е. А., Полупан П. В.

КОСТНАЯ ПЛАСТИКА ЧЕЛЮСТЕЙ. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ, ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ (литературный обзор).

Проблемы стоматологии. 2022; 2: 29-36.

© Ремизова Е. А. и др., 2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-2-29-36

Поступила 12.05.2022. Принята к печати 21.06.2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-2-29-36

BONE GRAFTING OF THE JAWS. BASIC METHODS, ERRORS AND COMPLICATIONS (LITERATURE REVIEW)

Remizova E.A.¹, Polupan P.V.²

¹ «In-Clinic», Moscow, Russia

² Moscow Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirsky, Moscow, Russia

Annotation

Subject. In cases of bone atrophy in the intended area of dental implantation, the specialist has to restore the existing defect. Despite the variety of bone grafting techniques, these surgical interventions present a number of difficulties even for an experienced surgeon. This often forces specialists to look for alternative ways of surgical treatment, which may have an unsatisfactory effect on the choice of orthopedic construction in the future.

Objectives. Analyzing the main errors and complications that occur at various stages of bone grafting.

Methodology. The analysis of scientific literature for the period from the middle of the XX century to the present, devoted to the planning and implementation of surgical interventions to eliminate the deficiency of bone tissue of the jaws; these literature are compared with their own clinical experience. The search and selection of literature was carried out using the PubMed database and the eLibrary medical library.

Result. Currently, many methods of performing osteoplastic operations have been proposed, as well as the use of materials of different origin. The choice of the surgery technique is determined by the volume, morphology and location of the existing bone defect, for which experts have formulated a number of recommendations and indicative criteria. But even if the above points are observed, the risk of complications remains high, and the final result is not always predictable. Complications occur at all stages of surgical treatment and can be caused by both erroneous actions of the doctor and imperfection of the materials used for bone grafting.

Conclusion. A personalized choice of bone grafting technique is needed, including an analysis of the morphology of the defect and a clinical and laboratory study with the study of thrombodynamics, oral microbiota and biochemical markers of bone metabolism and microcirculation. It should be noted that an important role in the success of osteoplasty is played not only by the choice of the method of surgery, but also by the level of training of the surgeon, as well as postoperative management of the patient.

Keywords: dental implantation; bone grafting; bone tissue defect; osteoplastic material; adentia; dentition defect

The authors declare no conflict of interest.

Ekaterina A. REMIZOVA ORCID ID 0000-0001-8443-4057

PhD in Medical sciences, Maxillofacial and Oral surgeon, «In-Clinic», Moscow, Russia
ek.remizova@bk.ru

Pavel V. POLUPAN ORCID ID 0000-0003-0161-3784

PhD in Medical sciences, Associate Professor in Maxillofacial and Oral Surgery Department, Moscow
Regional Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirsky, Moscow, Russia
p_polupan@mail.ru

Correspondence address: Ekaterina A.REMIZOVA

127273, Moscow, Olonetskaya str., 4
+7 (916) 3342569
ek.remizova@bk.ru

For citation:

Remizova E.A., Polupan P.V.

BONE GRAFTING OF THE JAWS. BASIC METHODS, ERRORS AND COMPLICATIONS (LITERATURE REVIEW). Actual problems in dentistry. 2022; 2: 29-36. (In Russ.)

© Remizova E.A. et al., 2022

DOI: 10.18481/2077-7566-2022-18-2-29-36

Received 12.05.2022. Accepted 21.06.2022

Введение

Дентальная имплантация является современным и перспективным методом лечения пациентов с диагнозом «частичная или полная адентия». После открытия феномена остеоинтеграции в 1960-х годах и промышленного бума на рынке производства дентальных имплантатов в 2000-х можно сказать без преувеличения, что эта методика применяется в стоматологических клиниках повсеместно. Однако такое широкое распространение этого метода ставит перед врачами и исследователями ряд проблем. Самой сложной из них является недостаточность костного объема в месте необходимой установки дентального имплантата, которая встречается в 25–70% случаях отсутствия зубов, что существенно затрудняет, а порой и исключает возможность проведения дентальной имплантации [1, 21].

Степень выраженности атрофии альвеолярного гребня, скорее всего, детерминирована генетически и определяется индивидуальными особенностями анатомического строения челюстей так же, как и толщина мягких тканей и слизистой альвеолярного гребня, телосложение и другие персональные анатомические особенности человека. Замечено, что атрофия или дефект костной ткани челюсти более выражены в случаях длительного периода отсутствия зуба [20] и/или сложной, травматичной операции его удаления, особенно при значительной воспалительной одонтогенной деструкции кости. В литературе описано два принципиально разных пути решения данной проблемы. Ряд авторов предлагает использовать альтернативные подходы, исключающие необходимость восстановления костной ткани в зоне предполагаемой имплантации, такие как установка дентальных имплантатов уменьшенной длины или диаметра; наклонная установка имплантатов в обход верхнечелюстной пазухи; бикортикальная (сквозная) установка имплантатов; использование специальных конструкций (субпериостальных, подслизистых, скуловых) имплантатов [9, 18, 29, 30, 40, 46]. Другим возможным решением проблемы недостатка костной ткани является проведение реконструктивных остеопластических операций. На сегодняшний день опи-



Рис. 1. Забор костного блока из зоны наружной косой линии
Fig. 1. Bone block sampling from the area of the external oblique line

сано множество методик таких вмешательств с применением различных остеопластических материалов, мембран, винтов, пинов, инструментов и устройств [2, 34, 35, 39]. Различные аспекты таких операций в последние десятилетия активно обсуждаются в научной литературе, однако существующее множество техник и постоянная смена трендов говорят о том, что единой надежной методики или даже общепринятой концепции пока не выработано.

Цель работы — обзор основных методик костной пластики в полости рта по данным публикаций отечественных и зарубежных авторов, а также анализ основных ошибок и осложнений, сопровождающих это оперативное вмешательство.

Материалы и методы

Выполнен анализ научной литературы (статьи, диссертационные работы, монографии и т. д.) за период с середины XX в. по настоящее время, посвященной планированию оперативных вмешательств по устранению дефицита костной ткани челюстей, выбору методик операции, тактике послеоперационного ведения пациентов и профилактике осложнений; проведено сравнение данных литературы с собственным клиническим опытом, полученным на кафедре хирургической стоматологии и имплантологии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, в отделении челюстно-лицевой хирургии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, отделении хирургической стоматологии ГАУЗ МО «Московская областная стоматологическая поликлиника» и частных стоматологических клиниках. Поиск и подбор литературы проводился по базе данных PubMed и медицинской библиотеки eLIBRARY.

Результаты и их обсуждение

Для замещения дефектов костной ткани в настоящее время применяют различные костнопластические материалы. Все материалы для репарации костной ткани по происхождению делятся на биологические — аутогенные (донором является сам пациент), аллогенные (донором является другой человек), ксеногенные (донором является животное) и аллопластические — неродственные материалы, полученные из минералов, растений или химическим синтезом [44].

Плюсы аутотрансплантации объясняются структурным и иммунологическим соответствием тканей трансплантата и донорского ложа [32, 47]. Для получения аутоматериала чаще всего используют забор костных блоков и/или костной стружки из подбородочного отдела нижней челюсти, зоны наружной косой линии (рис. 1); при большой протяженности дефектов применяются трансплантаты из большого крыла подвздошной кости, ребра, свода черепа, малоберцовой кости [5, 41].

Недостатком забора аутотрансплантатов из зоны наружной кривой линии, подбородочного отдела нижней челюсти, ветви нижней челюсти является то, что при больших объемах костной пластики не всегда удается провести взятие должного объема кости без дополнительных хирургических вмешательств, а в некоторых случаях встречается недостаток донорских внутривитальных источников. Забор трансплантатов из внеротовых донорских зон, в свою очередь, является инвазивным методом, влечет за собой тяжелый и долгий послеоперационный период восстановления, снижение или временную утрату трудоспособности пациентов. Чаще всего данный метод применяется при обширных реконструктивных вмешательствах в челюстно-лицевой и пластической хирургии и не оправдан при необходимости восстановления ограниченных дефектов костной ткани альвеолярного отростка верхней челюсти и альвеолярной части нижней челюсти перед дентальной имплантацией [26]. Механизм образования нового костного объема при аутотрансплантации теоретически представляет из себя ремоделирование — постепенную резорбцию трансплантата и остеогенез со стороны донорского ложа, которые должны происходить синхронно (как при физиологическом ремоделировании кости), что может обеспечить полноценное замещение дефекта вновь образованной костной тканью. Однако практически при проведении оперативного вмешательства сложно гарантировать синхронность данных процессов, что можно объяснить как внешними причинами (применяемые материалы и методики, уровень технического мастерства и исполнения операции, соблюдение правил асептики и антисептики), так и внутренними: присутствием в аутотрансплантате губчатой и компактной кости, которые имеют разную плотность и свойства, что может обуславливать появление вторичных деформаций восстановленного фрагмента челюсти [11].

Несмотря на явные недостатки, основным среди которых является непредсказуемость ремоделирования трансплантированных костных блоков (для которых понятие усадки означает, вероятнее всего, просто незавершенную резорбцию) и стружки (по нашему мнению, для нее предсказуема полная резорбция) аутотрансплантация заслуженно предпочитается врачами ввиду не требующей доказательств биологичности и отсутствия этических проблем. В результате, к сожалению, невозможно точно прогнозировать исход подобных костнопластических операций. Даже наличие достаточного количества костного материала, по нашим наблюдениям, не является гарантией успеха костнопластической операции. Аутостружка, в отличие от костного блока, лизируется гораздо быстрее и их обоим следует рассматривать, в первую очередь, потенциально как секвестры, а не как новую анатомическую форму естественной

кости. Инерционность процессов обмена, питания и микроциркуляции в кости объясняет медленную и длительную репарацию; преобладанием процессов резорбции над синтезом в процессе ремоделирования можно объяснить усадку в случаях удачного исхода трансплантации костного блока. Многочисленные наблюдения неудачных исходов трансплантации костных блоков в отдаленные сроки позволяют нам рассматривать усадку как незавершенную резорбцию.

В качестве ксенопластического материала преимущественно используется термически, радиационно или химически обработанная деминерализованная кость (чаще свиная или бычья) в виде фрагментов кортикальных пластин, крошки, порошка, гранул разной величины [4]. Ксеногенная и аллогенная кость рассматриваются как остеокондуктивный материал, выполняющий роль матрицы для роста сосудов и новообразованной кости (матрикса), хотя, по некоторым данным, могут сохранять (в зависимости от метода обработки) остеоиндуктивные свойства и являться источником белков и тканевых факторов роста. Надо сказать, что эти свойства являются сомнительными, учитывая термическую обработку материала, которая достигает 1300 °С. Несмотря на это, аллогенные материалы, по мнению ряда отечественных и зарубежных авторов, являются оптимальными по комбинации остеоиндуктивных и остеокондуктивных свойств после аутоматериалов [5, 6, 33, 38].

В связи с этими преимуществами и недостатками аутогенных и ксеногенных остеопластических материалов в настоящее время применяется их сочетание [26]. Многие авторы сообщают об успехах таких методов, описывают оперативные методики, ближайшие клинические и рентгенологические результаты, однако об объективных долгосрочных результатах таких операций информацию найти крайне затруднительно. Сравнительная эффективность этих материалов является предметом дискуссии, и в настоящее время в большинстве публикаций отдается предпочтение аутокости — либо смесям материалов, в основном аутогенного и ксеногенного происхождения [18, 31, 45]. В нашем условном «рейтинге» эффективности костнопластических материалов (способности перестраиваться в собственную кость правильного строения) первое место отдается нативному кровяному сгустку.

В зависимости от объема, расположения и морфологии дефекта применяются различные техники, позволяющие предположительно восполнить утраченный объем костной ткани: сэндвич-техника, дистракционный остеогенез, трансплантация костных блоков, вертикальная и горизонтальная направленная костная регенерация (НКР) с использованием резорбируемых и нерезорбируемых (титановых, политетрафторэтиленовых и др.) мембран и сеток [14, 27].

Выбор метода восстановления дефекта челюсти проводится с учетом тщательного анализа данных клинического обследования и дополнительных методов диагностики, с обязательным проведением компьютерной томографии [12]. Следует помнить, что ошибки, допущенные на этапе планирования оперативного лечения, а именно неверная интерпретация результатов компьютерной томографии (или работа без учета данных КТ), неправильный выбор метода и объема костной пластики и используемого для нее материала (а также его количества), могут провоцировать осложнения на следующих этапах (во время операции, в раннем и позднем послеоперационном периоде) и, в худшем случае, привести к неудачному исходу лечения и необходимости повторного вмешательства. По мнению некоторых авторов, осложнения во время оперативного вмешательства — в подавляющем большинстве случаев — обусловлены травмой кровеносных сосудов и нервов, недооценкой результатов лучевой диагностики, а также, в ряде случаев, дефектами знания топографической анатомии [24].

Серьезной проблемой костной пластики являются послеоперационные осложнения, встречающиеся не менее чем в 70% случаев. Среди них можно выделить следующие: несостоятельность и/или расхождение швов (в том числе с развитием воспалительного процесса, нагноением и отторжением костного трансплантата); потерю стабильности, изменение формы, смещение или подвижность смоделированного костного объема; экспозицию или инфицирование мембран; прорезывание металлоконструкций при выполнении костной пластики с использованием дистракционного остеогенеза; обнажение титановых мембран и винтов (рис. 2, 3) [23, 28].

Надо отметить, что расхождение швов в раннем послеоперационном периоде — гораздо более распространенное явление, чем сообщается в публика-

циях. По нашим данным, в той или иной степени это происходит в 50–100% случаев.

Наиболее частным и нежелательным осложнением является резорбция костного трансплантата, которая может негативно сказаться при планировании дентальной имплантации и потребовать повторной операции. Большинство синтетических и аллогенных биологических материалов не обладают прогнозируемыми остеоиндуктивными свойствами [15], особенно у пациентов со слабым потенциалом репаративного остеогенеза, в связи с чем сложно заранее рассчитать уровень резорбции трансплантата [17]. По наблюдениям исследователей, уровень резорбции при использовании аллотрансплантатов значителен и может составлять от 13% [3] до 40% [13] при самой оптимистичной оценке. Кроме этого, при направленной костной регенерации (НКР) с использованием мембран и пинов (или титановой сетки) есть риск получения костного регенерата сомнительной плотности и структуры, имплантация в зоне которого может не быть успешной [43] (рис. 4).

Для предупреждения возникновения осложнений костной пластики сформулирован ряд рекомендаций. Так, определены ориентировочные критерии выбора метода костной пластики в зависимости от объема дефекта костной ткани. При дефектах губчатой кости с сохранными кортикальными пластинками в вестибулярной и язычной стороны, а также сохраненной высоты кости рекомендовано использование остеопластических материалов изолированно или в сочетании с тромбоцитарными концентратами (RPF); при двухстеночных дефектах — остеопластический материал с резорбируемой мембраной. При вертикальной атрофии челюстей — аугментация аутогенным костным блоком или с применением нерезорбируемой мембраны с титановым усилением [19, 25].



Рис. 2. Прорезывание титановой мембраны после проведения пластики альвеолярного гребня по ширине с одномоментной имплантацией
Fig. 2. The eruption of the titanium membrane after the plasty of the alveolar ridge in width with simultaneous implantation



Рис. 3. Прорезывание титановой сетки (слева), обнажение пересаженного костного блока (справа) после проведения пластики гребня альвеолярного отростка по ширине с применением ауто- и аллогенных материалов
Fig. 3. Eruption of the titanium mesh (left side), exposure of the transplanted bone block (right side) after plasty of the crest of the alveolar process in width using auto- and allogeneic materials

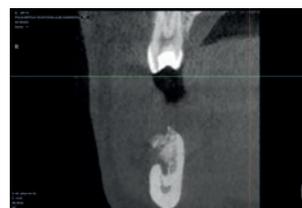


Рис. 4. Неудовлетворительный результат костной пластики с использованием резорбируемой мембраны и аллогенного костного материала – восстановленная кость имеет неоднородную структуру и низкую плотность
Fig. 4. Unsatisfactory result of bone grafting using a resorbable membrane and allogeneic bone material – the restored bone has a heterogeneous structure and low density

В случае атрофии челюсти только по высоте возможно применение дистракционного остеогенеза. Данный метод, предложенный профессором Г. А. Илизаровым в 1952 г., в настоящее время применяется в челюстно-лицевой хирургии в виде дистракторов, адаптированных к особенностям анатомического строения челюстей. Сущность метода состоит в активации и последующем поддержании нео-остеогенеза с помощью дозированного растяжения искусственно создаваемой молодой костной мозоли до нужной величины с помощью специальных аппаратов [37].

Для предотвращения развития инфекционных осложнений после проведения костной пластики рекомендована адекватная медикаментозная терапия в послеоперационном периоде, включающая антибактериальные препараты широкого спектра действия и противомикробный препарат [16]. Также есть многочисленные сведения об успешном использовании костного морфогенетического протеина (rhBMP-2), мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток [42], различных видов тромбоцитарных концентратов или стромально-васкулярной фракции жировой ткани (СВФ-ЖТ) [10, 11, 19]. Кроме этого, на успех операции влияет надежная послеоперационная иммобилизация трансплантированного костного блока (его полная неподвижность) и общее состояние пациента [8]. В то же время, несмотря на необходимость надежной иммобилизации в послеоперационном периоде, некоторые авторы утверждают, что адекватная нагрузка в допустимые сроки также положительно влияет на приживаемость трансплантата [11]. Немаловажное значение для успеха костной пластики в отдаленном результате имеет выбор количества дентальных имплантатов, их количество, а также структура будущей ортопедической конструкции [7].

Выводы

Костная пластика челюстных костей зачастую является необходимым этапом хирургической подготовки к операции дентальной имплантации. Несмотря на активное внедрение в практику современных материалов и методик операции, вопрос выбора

метода хирургического лечения остается открытым, а результат — непредсказуемым, что заставляет специалистов использовать альтернативные методики или в принципе отказываться от дентальной имплантации в пользу съемных конструкций.

На наш взгляд, этому способствуют два основных фактора:

1. Техническая сложность хирургических вмешательств, отсутствие единых критериев выполнения операции, отдаленной оценки результатов, невозможность прогнозировать результат;
2. Частое развитие осложнений и неудачных исходов операции.

Остается неясным, откуда берутся осложнения оперативного вмешательства при адекватной оценке результатов рентген-диагностики, а также то, каким образом неправильный выбор метода и объема костной пластики и какой именно используемый для нее материал приводят к неудачным исходам. По нашему мнению, это происходит непосредственно от переоценки способности методик таких операций изменять объем и/или форму кости в месте дефекта, каждая из которых остается сомнительной в прогнозе и имеет непредсказуемый исход.

Важную роль в успехе остеопластики играет не только выбор метода операции, но и уровень подготовки хирурга, а также грамотное послеоперационное ведение пациента как в раннем (включая рациональную медикаментозную терапию), так и в позднем (соблюдение сроков заживления послеоперационной раны, своевременная нагрузка, правильный выбор дентальных имплантатов и ортопедической конструкции) послеоперационном периоде.

Все эти меры способствуют снижению количества осложнений, но не способны исключить их. В связи с этим мы предлагаем проводить персонализированный выбор методики костной пластики, включающий в себя анализ морфологии дефекта (количество стенок и объем) и клинико-лабораторное исследование с изучением тромбодинамики, микробиоты полости рта и биохимических маркеров костного обмена и микроциркуляции.

Литература/References

1. Алимский А.В., Вусатый В.С., Прикуле В.Ф. Медико-социальные и организационные аспекты современной геронтостоматологии. Российский стоматологический журнал. 2004;2:34-38. [A.V. Alimsky, B.C. Vusaty, V.F. Priukuls. Medical, social and organizational aspects of modern gerontostomatology. Rossijskij stomatologicheskij zhurnal. 2004; 2:34-38. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=17108231>
2. Бадалян В.А., Шор Е.И., Елфимова Н.В., Апоян А.А., Багиров Т.М. Опыт применения немедленной дентоальвеолярной реконструкции в эстетически значимой зоне для сохранения объема костной и мягкой ткани. Клиническая стоматология. 2018;(4):26-29. [V.A. Badalyan, E.I. Shor, N.V. Elfimova, A.A. Apoyan, T.M. Bagirov. Experience in the use of immediate dentoalveolar reconstruction in an aesthetically significant area to preserve the volume of bone and soft tissue. Clinical dentistry. 2018;(4):26-29. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36517610>
3. Болонкин И.В. Обоснование использования комбинированного имплантата у больных с атрофией альвеолярных отростков челюстей (клинико-экспериментальное исследование): дисс. ... канд. мед. наук. Самара, 2008:167. [I.V. Bolonkin. Rationale for the use of a combined implant in patients with atrophy of the alveolar processes of the jaws (clinical and experimental study): diss. ... cand. med. sciences. Samara, 2008:167. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=16177594>
4. Вавилова Т.П., Ушаков Р.В., Павлов С.А. Исследование реакции клеток костной ткани челюстей на имплантацию остеозамещающего материала «Остеоматрикс». Пародонтология. 2011;16;(58):31-34. [T.P. Vavilova, R.V. Ushakov, S.A. Pavlov. Investigation of the reaction of jaw bone tissue cells to the implantation of osteoreplacing material "Osteomatrix". Periodontology. 2011;16;(58):31-34. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=16727592>
5. Гулюк А.Г., Вахрапетян С.Д., Лепский В.В., Гулюк С.А., Тащян А.Э. Использование разных методов вертикальной и горизонтальной аугментации при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти и альвеолярной части нижней челюсти. Вестник Стоматологии. 2015;2(91):60-67. [A.G. Gulyuk, S.D. Vazhrapetyan, V.V. Lepsky, S.A. Gulyuk, A.E. Tashchyan. The use of different methods of vertical and horizontal augmentation in atrophy of the alveolar process of the upper jaw and the alveolar part of the lower jaw. Bulletin of Dentistry. 2015;2(91):60-67. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26087175>

32. Hee C.K., Dines J.S., Dines D.M., Roden C.M., Wisner-Lynch L.A., Turner A.S., McGilvray K.C., Lyons A.S., Puttlitz C.M., Santoni B.G. Augmentation of a Rotator Cuff Suture Repair Using rhPDGF-BB and a Type I Bovine Collagen Matrix in an Ovine Model // *The American Journal of Sports Medicine*. – 2011;39(8):1630-1639. doi: 10.1177/0363546511404942.
33. Isa Z.M., Hobkirk, J.A. Dental implants: biomaterial, biomechanical and biological considerations // *Annals of Dentistry*. – 2000;7(1):27-35. <https://pdfs.semanticscholar.org/3b3e/aa4baa42a56517e8697d09ae48d63ab58c0a.pdf>
34. Khoury F., Hanser T. Three-dimensional vertical alveolar ridge augmentation in the posterior maxilla: a 10-year clinical study // *Int J Oral Maxillofac Implants*. – 2019;34(2):471-480. DOI: 10.11607/jomi.6869
35. Kloss F.R., Offermanns V., Kloss-Brandstätter A. Comparison of allogeneic and autogenous bone grafts for augmentation of alveolar ridge defects — A 12-month retrospective radiographic evaluation // *Clin Oral Implants Res*. – 2018;29(11):1163-1175. DOI: 10.1111/clr.13380
36. López-Cedrún J.L. Implant rehabilitation of the atrophic edentulous posterior mandible: the sandwich osteotomy revisited // *Int J Oral Maxillofac Implants*. – 2011;26(1):195-202. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21365056/>
37. Mazzone R., Serra E., Silva F.M., Ribeiro Torezan J.F. Clinical assessment of 40 patients subjected to alveolar distraction osteogenesis // *Implant Dent* – 2005 Jun;14(2):149-53. doi: 10.1097/01.id.0000165026.11781.f4.
38. Mc Carthy T.L., Centrella M. Links among growth factors, hormones, and nuclear factors with essential roles in bone formation // *Crit Rev Oral Med*. – 2000;11(4):409-422. doi: 10.1177/10454411000110040201.
39. Moest T., Wehrhan F., Lutz R., Schmitt C.M., Neukam F.W., Schlegel K.A. Extra-oral defect augmentation using autologous, bovine and equine bone blocks: A preclinical histomorphometrical comparative study // *J Cranio-Maxillofac Surg*. – 2015;43(4):559-566. doi: 10.1016/j.jcms.2015.02.012.
40. Nyström E., Nilson H., Gunne J., Lundgren S. Reconstruction of the atrophic maxilla with interpositional bone grafting/Le Fort I osteotomy and endosteal implants: A 11–16 year follow-up // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2009;38(1):1-6. doi: 10.1016/j.ijom.2008.10.009.
41. Olusanya A.A., Wilson R.D. Experiences with a bone bank // *Ann. Surg*. – 2008;126:932-946. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17859045/>
42. Pelegrine A.A., Aloise A.C., Zimmermann A. et al. Repair of critical-size bone defects using bone marrow stromal cells. A histomorphometric study in rabbit calvaria. Part I: Use of fresh bone marrow or bone marrow mononuclear fraction // *Clin Oral Implants Res*. – 2013;1-6. https://www.academia.edu/27587606/Repair_of_critical_size_bone_defects_using_bone_marrow_stromal_cells_a_histomorphometric_study_in_rabbit_calvaria_Part_I_Use_of_fresh_bone_marrow_or_bone_marrow_mononuclear_fraction
43. Rocuzzo M., Ramieri G., Spada M.C., Bianchi S.D., Berrone S. Vertical alveolar ridge augmentation by means of a titanium mesh and autogenous bone graft // *Clin Oral Implants Res*. – 2004;15(1):73-81. doi: 10.1111/j.1600-0501.2004.00998.x.
44. Schmitt J.M., Buck D.C., Joh S.P., Lynch S.E., Hollinger J.O. Comparison of porous bone mineral and biologically active glass in critical-sized defects // *J Periodontol*. – 1997;68(11):1043-1053. doi: 10.1902/jop.1997.68.11.1043.
45. Troeltzsch M., Troeltzsch M., Kauffmann P., Gruber R., Brockmeyer P., Moser N., Rau A., Schliephake H. Clinical efficacy of grafting materials in alveolar ridge augmentation: A systematic review // *J Cranio-Maxillofac Surg*. – 2016;44(10):1618-1629. doi: 10.1016/j.jcms.2016.07.028.
46. Van der Mark E.L., Bierenbroodspot F., Baas E.M., de Lange J. Reconstruction of an atrophic maxilla: comparison of two methods // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2011;49(3):198-202. doi: 10.1016/j.bjoms.2010.03.001.
47. Zakhary I.E., El-Mekkawi H.A., Elsalanty M.E. Alveolar ridge augmentation for implant fixation: status review // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. – 2012;114(5):S179-S189. doi: 10.1016/j.oooo.2011.09.031.