

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
Национальный медицинский исследовательский центр
«Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и
челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения России**

На правах рукописи

Ананьев Алексей Николаевич

Сравнительная оценка методов костной пластики
при атрофии альвеолярной кости и дентальной имплантации

3.1.7. - Стоматология

Научный руководитель
Лосев Фёдор Фёдорович – Заслуженный
деятель науки, член-корреспондент РАН,
профессор, доктор медицинских наук

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Актуальность темы исследования.....	4
Цель исследования.....	5
Задачи исследования.....	5
Научная новизна.....	6
Практическая значимость работы.....	8
Положения, выносимые на защиту.....	8
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Проблема атрофии альвеолярной кости и значение сохранения ее объема для дентальной имплантации.....	10
1.2. Методы горизонтальной аугментации альвеолярной кости: аутокостная пластика и межкортикальная остеотомия.....	13
1.3. Совершенствование аутокостной пластики: роль остеоперфораций в улучшении васкуляризации и интеграции аутотрансплантата.....	17
1.4. Клиническая эффективность межкортикальной остеотомии с отсроченной и одномоментной установкой дентальных имплантатов.....	20
1.5. Объективные методы оценки результатов костноплатических операций и остеоинтеграции дентальных имплантатов.....	25
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	31
2.1. Дизайн исследования.....	31
2.2. Распределение пациентов по группам.....	32
2.3. Предоперационное планирование и КЛКТ исследование.....	33
2.3.1. Проведение КЛКТ-исследования.....	33
2.3.2. Анализ компьютерных томограмм и планирование дентальной имплантации.....	34
2.4. Методы хирургической костной пластики и дентальной имплантации.....	37
2.4.1. Общие принципы выполнения хирургических вмешательств.....	37
2.4.2. Хирургические методики по группам.....	38

2.5. Оценка стабильности имплантатов методом резонансно-частотного анализа (RFA).....	42
2.6. Рентгенологический контроль и оценка результатов.....	43
2.7. Методы статистической обработки данных.....	47
ГЛАВА 3. СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	49
3.1. Результаты аутокостной пластики.....	50
3.2. Результаты межкортикальной остеотомии с отсроченной имплантацией.....	68
3.3. Результаты межкортикальной остеотомии с одномоментной имплантацией.....	85
3.4. Сравнительная оценка стабильности дентальных имплантатов при различных методах горизонтальной аугментации альвеолярной кости....	97
3.5. Клинико-рентгенологическая оценка резорбции альвеолярной кости вокруг дентальных имплантатов у пациентов с различными методами аугментации.....	101
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	111
ВЫВОДЫ.....	121
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	122
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	122
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Развитие дентальной имплантологии как одного из наиболее прогрессивных направлений современной стоматологии обеспечило новый уровень реабилитации пациентов с частичной и полной адентией. Однако широкому внедрению данной технологии препятствует высокая распространенность атрофии альвеолярной кости, развивающейся после утраты зубов. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, 2012), частичная адентия наряду с кариесом и болезнями пародонта относится к числу наиболее распространенных патологий зубочелюстной системы, затрагивающих до 75% населения в различных регионах мира, причем частота и тяжесть заболевания закономерно возрастают в старших возрастных группах.

Недостаточный объем альвеолярной кости, особенно в трансверсальной плоскости, представляет собой ключевое ограничение, делающее невозможной установку дентального имплантата в ортопедически целесообразной позиции более чем в 30-40% клинических случаев [4]. Данное обстоятельство не только осложняет хирургический этап, но и напрямую влияет на долгосрочный функциональный и эстетический результат лечения, снижая качество жизни пациентов и ограничивая их социальную адаптацию [2].

В современных условиях для решения проблемы дефицита костной ткани применяются различные методы костной пластики. «Золотым стандартом» по-прежнему считается аутогенная костная пластика, обладающая остеогенными, остеоиндуктивными и остеокондуктивными свойствами, однако сопряженная с дополнительной операционной травмой в зоне забора трансплантата, риском его резорбции и увеличением продолжительности лечения [2, 3, 6]. Альтернативой являются методики управляемого хирургического расширения кости, включая технику межкортикальной остеотомии (ridge splitting), которая в ряде клинических

ситуаций позволяет выполнить одномоментную установку имплантата, сократив общие сроки реабилитации [111].

Анализ современных публикаций свидетельствует о сохраняющейся дискуссии относительно сравнительной эффективности, прогнозируемости и долговременной стабильности результатов различных методов костной пластики при атрофии [127].

Отсутствуют единые, основанные на доказательных данных критерии выбора между одномоментной и отсроченной имплантацией после остеотомии. Малоизученными остаются объективные показатели динамики остеоинтеграции в условиях управляемого расширения кости, в частности, данные резонансно-частотного анализа (RFA) в сравнительном аспекте [23]. Требуют дальнейшего изучения и пациентоориентированные исходы (Patient-Reported Outcome Measures – PROMs) при использовании различных хирургических протоколов.

Таким образом, комплексное сравнительное исследование, направленное на оценку клинической эффективности, рентгенологических и функциональных параметров, а также субъективных результатов применения метода межкортикальной остеотомии в сравнении с традиционной аутокостной пластикой, является актуальной и социально значимой задачей современной челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии.

Цель исследования

Разработка клинико-рентгенологически обоснованного выбора тактики хирургического лечения пациентов для повышения эффективности дентальной имплантации при атрофии альвеолярной кости.

Задачи исследования

1. Изучить результаты модифицированной методики аутокостной пластики со сквозной остеоперфорацией фиксированного трансплантата и реципиентного ложа в сравнении со стандартной техникой.
2. Провести сравнительный анализ результатов дентальной имплантации после выполнения костнопластических операций с применением метода

межкортикальной остеотомии в ближайшие и отдаленные сроки после лечения по данным рентгенологического и клинического обследования.

3. Провести сравнительный анализ эффективности методики межкортикальной остеотомии и аутокостной пластики при условиях дентальной имплантации на основании данных резонансно-частотного анализа (RFA).
4. Разработать клинические рекомендации по оптимизации применения метода межкортикальной остеотомии альвеолярной кости в комплексе с одномоментной и отсроченной дентальной имплантацией.

Научная новизна

На основе комплексного сравнительного анализа клинико-рентгенологических данных, полученных при использовании различных методов горизонтальной аугментации альвеолярной кости, впервые установлены количественные различия в динамике рентгеноденситометрических характеристик костного регенерата, формирующегося при межкортикальной остеотомии и при аутокостной пластике монокортикальными блоками. Выявлено, что костный регенерат, образующийся в условиях сохранённого кровоснабжения мобилизованного кортикального фрагмента, характеризуется более высокой и стабильной рентгеновской плотностью в отдалённые сроки наблюдения (через 6 и 12 месяцев) по сравнению с регенератом, сформированным в зоне установки аутотрансплантата, что объективизирует преимущества метода межкортикальной остеотомии в отношении качества новообразованной костной ткани.

Впервые на основании данных резонансно-частотного анализа с определением коэффициента стабильности имплантата (ISQ) продемонстрирована этапная динамика показателей стабильности дентальных имплантатов при использовании техники межкортикальной остеотомии. Показано, что одномоментная имплантация, выполняемая непосредственно после расщепления альвеолярного гребня, характеризуется

закономерным снижением первичной стабильности (41,2–48,3 единиц ISQ) с последующим выраженным приростом к 6 месяцам наблюдения в среднем на 24 единицы, тогда как при отсроченной имплантации после остеотомии регистрируется устойчиво высокий уровень стабильности (62,4–67,6 единиц ISQ) с момента установки имплантата без существенной динамики. Количественно оценены различия в стабильности между одномоментным и отсроченным протоколами установки имплантатов при межкортикальной остеотомии, что позволяет объективизировать прогнозирование сроков ортопедической нагрузки и оптимизировать тактику ведения пациентов на этапе остеоинтеграции дентальных имплантатов.

Впервые проведён сравнительный анализ отдалённых результатов костной пластики альвеолярного гребня, включающий оценку степени резорбции альвеолярной кости по высоте вокруг дентальных имплантатов на сроках 6 и 12 месяцев после лечения. Установлено, что межкортикальная остеотомия, как с отсроченной, так и с одномоментной установкой дентальных имплантатов, ассоциируется с более активным переходом резорбции из начальной стадии (менее 0,5 мм) в стадию умеренной резорбции (0,6–1,0 мм) в течение первого года наблюдения по сравнению с аутокостной пластикой, что отражает более интенсивные репаративные процессы в альвеолярной кости после расщепления гребня.

На основе динамического КЛКТ-мониторинга и резонансно-частотного анализа доказана значимость оценки рентгеноденситометрических показателей и коэффициента стабильности имплантата для прогнозирования риска резорбции костной ткани и выживаемости дентальных имплантатов. Представлено теоретическое обоснование преимущественного применения межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов у пациентов с исходной шириной альвеолярной кости не менее 4.0 мм.

Доказано, что применение модифицированной методики аутокостной пластики со сквозной остеоперфорацией фиксированного трансплантата и реципиентного ложа обеспечивает достижение хорошего

рентгеноморфологического результата в 91,7% наблюдений, что в 1,83 раза превышает показатель стандартной техники (50%), и полностью исключает случаи клинически значимой резорбции трансплантата.

Практическая значимость работы

На основании полученных данных разработаны и клинически обоснованы показания и критерии выбора между одномоментной и отсроченной дентальной имплантацией при выполнении межкортикальной остеотомии у пациентов с атрофией альвеолярной кости, что позволяет стандартизировать хирургический протокол и принимать персонифицированные решения .

Установлены показатели динамики стабильности дентальных имплантатов (по данным RFA) для трех основных методов костной пластических операций: аутокостной пластики, межкортикальной остеотомии с одномоментной и отсроченной имплантацией. Полученные количественные показатели позволяют прогнозировать успех остеоинтеграции дентальных на этапах лечения, объективно контролировать процесс заживления и своевременно корректировать .

Для повышения результативности имплантологического лечения пациентов с атрофией альвеолярной кости разработана модификация метода аутокостной пластики.

Положения, выносимые на защиту

1. Выполнение операции межкортикальной остеотомии является альтернативным методом по отношению к аутокостной пластике в условиях атрофии альвеолярной кости.
2. Включение сквозной остеоперфорации и максимально точной припасовке костного трансплантата при подготовке реципиентской зоны в протокол операции следует рассматривать не как факультативный прием, а как обязательный компонент хирургического вмешательства.

3. Сформированный в результате межкортикальной остеотомии костный регенерат характеризуется более высокой и стабильной рентгеноденситометрической плотностью в отдаленные сроки (6 и 12 месяцев) по сравнению с костным регенератом, полученным при аутокостной пластике, что подтверждено сравнительным анализом данных конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Проблема атрофии альвеолярной кости и значение сохранения ее объема для дентальной имплантации

Успешное функционирование дентальных имплантатов в отдаленные сроки наблюдения непосредственно зависит от наличия достаточного объема костной ткани в зоне предполагаемой установки [33, 60]. Успешность дентальной имплантации в значительной степени определяется не только достижением первичной стабильности имплантата и последующей остеоинтеграцией, но и долгосрочным сохранением объема окружающей костной ткани [8, 26]. Резорбция альвеолярной кости вокруг шейки имплантата представляет собой одну из наиболее частых причин отдаленных осложнений, включая периимплантит, эстетические нарушения и, в конечном счете, потерю имплантата [30, 52, 80]. Процессы ремоделирования костной ткани после имплантации закономерны, однако степень их выраженности может существенно варьировать в зависимости от множества факторов: исходного объема и качества кости, метода аугментации, хирургической техники, а также особенностей ортопедического лечения и окклюзионной нагрузки [33, 60].

Атрофия альвеолярной кости, развивающаяся после удаления зубов вследствие длительного отсутствия физиологической нагрузки, является закономерным процессом, который может усугубляться травмами, воспалительными заболеваниями пародонта и анатомическими особенностями строения челюстей [11, 82]. Согласно эпидемиологическим данным, частота выраженной атрофии альвеолярного гребня неуклонно растет с увеличением срока после удаления зубов, достигая критических значений у пациентов, пользующихся съемными ортопедическими конструкциями более пяти лет [12, 19]. Дефицит ширины альвеолярного гребня в трансверзальной плоскости представляет собой одну из наиболее сложных клинических ситуаций, поскольку критическое уменьшение объема

кости (менее 4–5 мм) делает невозможной установку имплантата стандартного диаметра без риска перфорации вестибулярной или оральной кортикальной пластинки, что в конечном итоге может негативно отразиться на его первичной стабильности и долгосрочном прогнозе [6, 8]. Недостаточная ширина кости создает риск перфорации вестибулярной или оральной стенки при формировании ложа, а также не позволяет установить имплантат достаточного диаметра, что в конечном итоге может негативно отразиться на его первичной стабильности и долгосрочном прогнозе. В связи с этим проблема восстановления утраченных объемов костной ткани в трансверзальной плоскости сохраняет свою высокую актуальность в современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии.

Процессы атрофии, развивающиеся после длительного отсутствия зубов, приводят не только к уменьшению объема кости, но и к изменению ее качественных характеристик и пространственной ориентации, включая язычный наклон альвеолярной части нижней челюсти. Данные изменения существенно ограничивают возможность установки дентальных имплантатов в ортопедически оптимальной позиции и создания условий для их долгосрочного функционирования. Длительное отсутствие зубов неизбежно приводит к атрофическим изменениям костной ткани, которые затрагивают не только количественные, но и качественные характеристики: уменьшается плотность губчатого вещества, истончается кортикальная пластина, изменяется пространственная ориентация альвеолярного отростка [4]. Данные изменения существенно ограничивают возможность установки имплантатов в ортопедически оптимальной позиции и могут негативно влиять на долгосрочный прогноз лечения. С биомеханической точки зрения, уменьшение высоты и ширины кости приводит к изменению векторов жевательной нагрузки, концентрации напряжений в области шейки имплантата и ускорению резорбтивных процессов [47, 98, 99].

Критический дефицит ширины альвеолярного гребня, возникающий вследствие длительного отсутствия зубов, травм, воспалительных процессов или анатомических особенностей, существенно ограничивает возможность

проведения имплантации по стандартным протоколам и требует выполнения предварительных реконструктивных вмешательств [33; 60]. Разработка и совершенствование методов горизонтальной аугментации, позволяющих восстановить утраченный объем костной ткани, остаются актуальными задачами современной стоматологии. Анализ данных специальной литературы свидетельствует о существенных недостатках традиционных полных съемных ортопедических конструкций, их низкой долговечности вследствие недостаточной стабилизации и повышенного износа искусственных зубов, а также деструктивного влияния на ткани ложа ортопедической конструкции. Одновременно с этим применение метода дентальной имплантации открывает широкие перспективы для использования несъемных ортопедических конструкций или достижения качественно иного уровня фиксации съемных ортопедических конструкций [12]. Имплантаты, в отличие от съемных ортопедических конструкций, передают жевательную нагрузку непосредственно на костную ткань, обеспечивая ее физиологическую стимуляцию и замедляя атрофию [77, 112]. Однако для реализации данного преимущества необходим исходный объем кости, достаточный для надежной фиксации имплантата и формирования вокруг него полноценных кортикальных стенок.

В современной литературе имеется значительное количество данных, подтверждающих высокую эффективность и прогнозируемость различных методов аугментации. Однако большинство работ фокусируются на конечных точках, таких как выживаемость имплантатов и непосредственный прирост ширины кости, и не уделяют должного внимания динамике резорбции костной ткани по высоте в процессе остеоинтеграции и в отдаленные сроки наблюдения [35, 113]. Между тем именно высотные изменения альвеолярной кости вокруг имплантатов являются критическим параметром, определяющим долгосрочную стабильность результатов лечения и эстетический исход [48, 137]. Потеря высоты костной ткани даже на 1–2 мм в области шейки имплантата может привести к обнажению резьбы, формированию периимплантатных карманов, ухудшению контура десны и, как следствие, к снижению удовлетворенности пациента результатом

лечения [21, 52]. Особый интерес представляет сравнительный анализ резорбтивных процессов при использовании различных методов аугментации, включая аутокостную пластику с применением ксеногенных материалов и межкортикальную остеотомию как с отсроченной, так и с одномоментной установкой имплантатов.

Важно подчеркнуть, что проблема сохранения высоты альвеолярной кости приобретает особую значимость при лечении пациентов с исходной горизонтальной атрофией. В таких случаях после аугментации и последующей имплантации процессы ремоделирования могут протекать иначе, чем при имплантации в нативную кость. Ряд исследований указывает на то, что в зоне реконструкции резорбция кости по высоте может быть более выраженной, особенно в первые 6–12 месяцев после нагрузки [26, 97], что связано с особенностями васкуляризации трансплантата или регенерата, а также с различной плотностью новообразованной костной ткани. Поэтому для обоснованного выбора метода аугментации необходимо располагать не только данными о приросте ширины альвеолярного гребня, но и о долгосрочной динамике высоты кости вокруг имплантатов.

Таким образом, актуальность углубленного изучения проблемы атрофии альвеолярной кости и поиска оптимальных методов ее коррекции обусловлена высокой распространенностью вторичной адентии, сложностью восстановления анатомически правильной формы костного гребня и необходимостью обеспечения стабильности результатов имплантации на годы и десятилетия. Комплексный подход, включающий тщательное предоперационное планирование, выбор биологически обоснованной техники аугментации и объективную оценку результатов с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии и резонансно-частотного анализа, позволяет минимизировать риски и достичь прогнозируемого исхода. Дальнейшие исследования в данной области должны быть направлены на выработку четких клинических рекомендаций, учитывающих индивидуальные особенности пациента и характер дефекта костной ткани.

1.2. Методы горизонтальной аугментации альвеолярной кости: аутокостная пластика и межкортикальная остеотомия

Для восстановления утраченного объема костной ткани в горизонтальной плоскости разработано несколько хирургических подходов, которые можно разделить на методы заместительной аугментации (направленная костная регенерация с использованием различных остеопластических материалов и мембран, а также аутокостная пластика) и методы перераспределения имеющегося объема, к которым относится межкортикальная остеотомия, или расщепление альвеолярного гребня [104, 131]. К наиболее распространенным методам относят направленную костную регенерацию с использованием различных мембран и остеопластических материалов, а также аутотрансплантацию костных блоков из внутриротовых или внеротовых донорских зон. Данные методики, несмотря на свою доказанную эффективность, сопряжены с определенными ограничениями: необходимостью второго операционного поля, риском резорбции трансплантата, удлинением сроков лечения и повышенной травматичностью [36, 131]. Кроме того, они требуют высокой квалификации хирурга и не всегда прогнозируемы в отдаленные сроки наблюдения.

Основным материалом для аутокостной пластики является аутогенная кость, которая обладает всеми необходимыми для репаративного остеогенеза свойствами: остеогенностью (наличие живых клеток-предшественников), остеоиндуктивностью (содержание морфогенетических белков и факторов роста) и остеокондуктивностью (способность служить матрицей для роста новой кости) [6, 102]. Данные качества обеспечивают наиболее полную и быструю интеграцию аутогенного трансплантата по сравнению с аллогенными или ксеногенными материалами, которые выполняют преимущественно пассивную каркасную функцию [108, 110]. Среди множества методов горизонтальной аугментации наиболее прогнозируемым и клинически эффективным признано использование монокортикальных костных блоков [46, 130]. Данный метод позволяет одномоментно

восстановить значительный объем кости, обеспечить жесткую фиксацию трансплантата и сохранить его первоначальную форму в процессе ремоделирования.

Вместе с тем использование аутокостных блоков сопряжено с рядом объективных трудностей и недостатков. Забор аутотрансплантата требует формирования дополнительного операционного поля, что увеличивает продолжительность вмешательства и может приводить к развитию послеоперационных осложнений в донорской зоне (боль, отек, нарушение чувствительности) [34, 105]. Кроме того, объем доступной для забора аутокости ограничен анатомическими структурами (ветвь нижней челюсти, подбородочный отдел, бугор верхней челюсти). Однако ключевой проблемой, определяющей долгосрочный успех реконструкции, остается непрогнозируемая резорбция трансплантата в процессе его ремоделирования [62, 84]. Несмотря на жесткую фиксацию, плотный кортикальный слой как самого аутокостного блока, так и реципиентного ложа может препятствовать своевременной реваскуляризации его внутренних отделов. Ангиогенез, протекающий лишь по периферии зоны контакта, не обеспечивает полноценного питания центральных участков трансплантата, что приводит к их асептическому некрозу, замедленному замещению новой костной тканью и, как следствие, к потере части первоначального объема [58, 81]. Клинически это проявляется фрагментацией кортикальной пластинки, снижением плотности костной структуры по данным компьютерной томографии и уменьшением ширины гребня к моменту имплантации, что нивелирует результат проведенной аугментации.

Альтернативой заместительной аугментации служит метод межкортикальной остеотомии, также известный как расщепление альвеолярного гребня, который был впервые описан Sciriponi с соавторами в 1994 году [111]. Суть метода заключается в продольном распиле кости с последующим латеральным смещением вестибулярного кортикального фрагмента и заполнением образовавшегося дефекта остеопластическим материалом [24, 50]. Основное преимущество данной техники состоит в

сохранении кровоснабжения мобилизованного кортикального фрагмента за счет его связи с надкостницей и подлежащим губчатым веществом, что создает оптимальные условия для репаративного остеогенеза непосредственно в зоне будущей имплантации [69, 119]. По данным ряда авторов, именно сохраненная васкуляризация обеспечивает более физиологичное remodelирование костной ткани по сравнению с классической направленной костной регенерацией [14, 73]. Данная техника позволяет увеличить ширину гребня с сохранением кровоснабжения мобилизованного фрагмента, что создает оптимальные условия для репаративного остеогенеза непосредственно в зоне будущей имплантации [69, 120].

Важным преимуществом метода является возможность одномоментной установки имплантатов при достаточной первичной стабильности, что сокращает общее время лечения и исключает необходимость повторного хирургического вмешательства для установки имплантатов [24, 50]. В последние годы развитие технологии ультразвуковой хирургии открыло новые возможности для применения данной методики. Использование пьезохирургического аппарата позволяет выполнять прецизионные распилы с минимальной травмой костной ткани и, что особенно важно, селективно воздействовать на твердые ткани, избегая повреждения мягкотканых структур, включая нижнеальвеолярный нерв и слизистую оболочку верхнечелюстной пазухи [52, 83, 116]. Ультразвуковая техника способствует более активной реваскуляризации смещенного фрагмента и улучшает качество формируемого регенерата [3]. Важным этапом в развитии метода стало внедрение ультразвуковой хирургии (пьезохирургии). Использование пьезоэлектрического скальпеля позволяет выполнять прецизионные распилы с минимальной травмой костной ткани, селективно воздействуя на твердые ткани и избегая повреждения мягкотканых структур, в том числе нижнеальвеолярного нерва и слизистой оболочки [115], что значительно расширило показания к применению межкортикальной остеотомии и повысило безопасность вмешательства в анатомически сложных зонах.

В современной литературе существует значительное количество данных, подтверждающих высокую эффективность и прогнозируемость метода расщепления. В систематическом обзоре и мета-анализе Waechter с соавторами (2017) [134] показано, что методика расщепления является надежной альтернативой более травматичным реконструктивным вмешательствам при соблюдении соответствующих показаний. Результаты недавнего систематического обзора Vorovenci и соавторов (2024) [131] также подтверждают, что горизонтальная аугментация методом расщепления демонстрирует стабильные результаты в отношении прироста ширины кости и выживаемости имплантатов. Tomar и Rawat (2025) [126] в своем обзоре проанализировали данные о выживаемости имплантатов, установленных в области расширенных гребней, и показали, что показатель успеха превышает 95%, что сопоставимо с результатами дентальной имплантации в нативную кость. Горизонтальная аугментация с использованием данной техники демонстрирует стабильные результаты в отношении прироста ширины кости и выживаемости имплантатов, сопоставимые с показателями при классической направленной костной регенерации [131]. Методика расщепления рассматривается как надежная альтернатива более травматичным реконструктивным вмешательствам [36].

1.3. Совершенствование аутокостной пластики: роль остеоперфораций в улучшении васкуляризации и интеграции аутооттрансплантата

Для преодоления ограничений стандартной аутокостной пластики исследователями предлагаются различные модификации хирургической техники. Среди них особое внимание уделяется методам, направленным на улучшение васкуляризации трансплантата: перфорация кортикального слоя реципиентного ложа (декортикация), создание сквозных каналов в самом блоке, тщательная адаптация контактных поверхностей, а также использование различных барьерных мембран и остеопластических материалов для заполнения зазоров и защиты зоны регенерации [110, 130]. Экспериментальные

и клинические исследования показывают, что множественные каналы, пронизывающие кортикальные пластинки, служат путями для миграции мезенхимальных клеток и прорастания капилляров, что способствует переходу от пассивной краевой интеграции к активному остеогенезу по всему объему блока. В клиническом исследовании Danesh-Sani и соавт. (2017) [37] продемонстрировано, что кортикальная перфорация достоверно увеличивает количество микрососудов в зоне трансплантации ($p = 0,01$), что подтверждает ее роль как главного фактора улучшения ангиогенеза, хотя прирост новообразованной костной ткани не всегда достигает статистической значимости. Более поздние экспериментальные работы на молекулярном уровне [61] показали, что кортикальная перфорация стимулирует секрецию фактора роста нервов (NGF), активирующего путь JNK/c-Jun и тем самым усиливающего остеогенную дифференцировку клеток.

Применение модифицированной методики аутокостной пластики со сквозной остеоперфорацией после жесткой фиксации блока позволяет добиться полноценной интеграции трансплантата в 91,7% случаев, что значительно превосходит эффективность стандартной техники (50% хороших результатов). Создание множественных каналов для васкуляризации является простым, но высокоэффективным способом улучшения условий репаративного остеогенеза и обеспечения стабильного и прогнозируемого результата реконструкции. При стандартной технике реваскуляризация блока происходит исключительно с периферии, от зон контакта с мягкими тканями и по краям соприкосновения с костным ложем. Плотный кортикальный слой, сохраняющийся на большей части поверхности блока и ложа, служит барьером для прорастания капилляров, что приводит к ишемии центральных отделов трансплантата. Результатом становится асептический некроз и последующая резорбция части объема, клинически проявляющаяся снижением плотности и фрагментацией кортикальной пластинки на контрольных томограммах. Модифицированная методика, напротив, обеспечивает множественные пути для миграции мезенхимальных клеток и прорастания сосудов непосредственно из костномозговых пространств

реципиентной зоны в толщу блока. Сквозные каналы, созданные после жесткой фиксации, соединяют сосудистые русла ложа и трансплантата, запуская процесс остеогенеза не только по периферии, но и во внутренних отделах, что предотвращает развитие ишемического некроза и способствует сохранению исходного объема. Альтернативным хирургическим подходом для прямого привнесения кровоснабжения является введение артериовенозной петли в область дефекта: в исследовании Ока и соавт. (2023) [85] показано, что добавление сосудистого пучка ускоряет костное сращение и формирование кортикальной непрерывности по сравнению с изолированной аутопластикой, что открывает возможности для одноэтапной реконструкции. В работах по префабрикации крупных костных блоков [94] также подтверждено, что использование артериовенозной петли совместно с гипертрофическим хрящом позволяет создать жизнеспособный васкуляризированный трансплантат. Однако, в отличие от остеоперфорации, данные методы требуют микрохирургической техники и значительно более сложны в повседневной клинической практике.

Клиническая значимость предложенного подхода заключается в возможности достижения стабильного и воспроизводимого результата у подавляющего большинства пациентов. Сохранение первоначального объема и плотности костной ткани в зоне аугментации создает оптимальные условия для последующей дентальной имплантации, позволяя устанавливать имплантаты достаточного диаметра в ортопедически обоснованные позиции с высокой первичной стабильностью, что, в свою очередь, повышает долгосрочный прогноз ортопедического лечения и сокращает необходимость в повторных реконструктивных вмешательствах. С практической точки зрения, предложенная модификация не требует сложного дополнительного оборудования, удлинения времени операции или увеличения травматичности вмешательства, что делает ее доступной для широкого клинического применения. В экспериментальных исследованиях с использованием лазерной перфорации [124] показано, что параметры каналов (например, диаметр 0,5 мм и шаг 2,5 мм) могут быть оптимизированы для достижения

максимальной площади новообразованной костной ткани, и при комбинации перфорации с мезенхимальными стромальными клетками наблюдается ускорение ангиогенеза и эндохондрального остеогенеза. Включение сквозной остеоперфорации в стандартный протокол аутокостной пластики следует рассматривать как обоснованный и целесообразный шаг, направленный на повышение эффективности лечения пациентов с недостаточной шириной альвеолярной кости.

Таким образом, совокупность данных современной литературы свидетельствует о том, что проблема выбора оптимального метода горизонтальной аугментации альвеолярной кости при дентальной имплантации остается актуальной и требует дальнейшего изучения. Особого внимания заслуживают молекулярные механизмы, инициируемые остеоперфорацией [61], а также сравнительная эффективность различных способов улучшения васкуляризации – от простой перфорации кортикального слоя до микрохирургического введения сосудистого пучка [85]. Несмотря на наличие различных хирургических подходов (аутокостная пластика как в стандартном, так и в модифицированном варианте, межкортикальная остеотомия с отсроченной или одномоментной установкой имплантатов), недостаточно изученными остаются вопросы сравнительной динамики резорбции костной ткани по высоте, стабильности имплантатов в процессе остеоинтеграции, а также рентгенологической семиотики репаративного остеогенеза при каждом из методов. Отсутствие единых доказательных рекомендаций по выбору метода в зависимости от исходной клинической ситуации определяет необходимость проведения проспективных сравнительных исследований с использованием объективных методов оценки (конусно-лучевая компьютерная томография, резонансно-частотный анализ) и достаточными сроками наблюдения.

1.4. Клиническая эффективность межкортикальной остеотомии с отсроченной и одномоментной установкой дентальных имплантатов

В зависимости от исходных анатомических условий и степени стабильности мобилизованного кортикального фрагмента имплантаты могут быть установлены либо отсроченно, через 4–6 месяцев после выполнения остеотомии, либо одномоментно, непосредственно после расширения альвеолярного гребня [50]. Одномоментная имплантация позволяет сократить общие сроки лечения и уменьшить количество хирургических вмешательств, что повышает комфорт пациента и снижает экономические затраты [45]. Однако данный подход предъявляет повышенные требования к первичной стабильности имплантатов и жизнеспособности смещенного кортикального фрагмента, что требует тщательного отбора пациентов и строгого соблюдения протокола вмешательства [25, 36]. В литературе подчеркивается, что ключевым условием для выполнения одномоментной имплантации является достижение достаточной механической фиксации имплантата в костной ткани непосредственно после его установки, что в условиях мобилизованного фрагмента и только что уложенного остеопластического материала может представлять определенную сложность [65, 73].

Успех межкортикальной остеотомии вне зависимости от выбранного протокола (отсроченная или одномоментная имплантация) во многом зависит от тщательного предоперационного отбора пациентов. Критическое значение имеют исходная ширина альвеолярной кости и толщина вестибулярной кортикальной пластины [113, 136]. Согласно данным проспективных исследований, минимально допустимая ширина гребня для выполнения расщепления составляет не менее 3,0–3,5 мм, что связано с необходимостью сохранения целостности мобилизуемого фрагмента и обеспечения его жизнеспособности после смещения [53, 65]. При меньших значениях риск неконтролируемого перелома вестибулярной кортикальной пластины в процессе ее мобилизации или развития ишемического некроза в раннем послеоперационном периоде возрастает многократно. Кроме того, наличие достаточной высоты альвеолярной кости (не менее 10–12 мм) и отсутствие выраженных воспалительных изменений в зоне предполагаемого

вмешательства являются необходимыми условиями для прогнозируемой регенерации [125, 137]. Особое значение при планировании операции на нижней челюсти приобретает оценка топографии нижнечелюстного канала и локализации подбородочного отверстия, поскольку глубина вертикальных распилов не должна превышать безопасное расстояние до анатомических структур [83, 116].

При анализе результатов межкортикальной остеотомии с отсроченной установкой дентальных имплантатов установлено, что через 4–6 месяцев после операции ширина альвеолярной кости увеличивается в среднем с $3,1 \pm 0,1$ мм до $6,1 \pm 0,1$ мм, что позволяет устанавливать имплантаты стандартного диаметра (3,5–4,5 мм) с формированием полноценных вестибулярной и оральной кортикальных стенок [69]. Показатель выживаемости имплантатов при таком подходе в течение первого года после нагрузки составляет, по данным различных авторов, от 95 до 98%, что сопоставимо с результатами имплантации в нативную кость без предварительной аугментации [126]. Важным клиническим наблюдением является возможность коррекции пространственной ориентации альвеолярной части: в 62,5% и более случаев удается устранить исходный язычный наклон альвеолярного гребня, что имеет принципиальное значение для последующего ортопедического лечения, поскольку позволяет ориентировать ось имплантата на жевательный центр зуба-антагониста и обеспечивать физиологичное распределение окклюзионной нагрузки [2, 87].

Динамическое конусно-лучевое компьютерное томографическое исследование, выполняемое в различные сроки после остеотомии, выявляет характерную рентгенологическую картину ремоделирования костной ткани. В ранние сроки (первые 2–3 месяца) в смещенном вестибулярном фрагменте наблюдаются признаки транзиторного остеопороза: снижение плотности кортикальной пластины, нечеткость ее контуров, появление мелкоочаговых зон разрежения в прилежащем губчатом веществе [89, 113]. Данные изменения не должны расцениваться как осложнение; напротив, они являются рентгенологическим отражением активной фазы реваскуляризации

и резорбции поврежденных костных структур, которая является обязательным этапом репаративного остеогенеза [14]. К моменту установки имплантатов (через 4–6 месяцев после остеотомии) происходит полная реминерализация мобилизованного фрагмента, формируются четкие контуры кортикальной пластины, а плотность новообразованной костной ткани достигает значений, сопоставимых с нативной костью [3, 118]. Именно завершение активных репаративных процессов и стабилизация костного регенерата служат основанием для проведения второго этапа хирургического лечения.

При одномоментной имплантации, выполняемой непосредственно после межкортикальной остеотомии и смещения вестибулярного фрагмента, исходная ширина альвеолярной кости в пределах от 3,3 до 4,1 мм увеличивается непосредственно после операции в среднем до $7,1 \pm 0,1$ мм [36, 40]. Через 4 месяца наблюдения, к моменту завершения основных фаз остеointеграции и ремоделирования, ширина альвеолярного гребня стабилизируется на уровне $6,8 \pm 0,1$ мм, что соответствует приросту на 94,3% относительно исходных значений [45, 56]. Незначительная усадка регенерата (менее 5% от достигнутого непосредственно после операции объема) является физиологичной и связана с первичной компрессией гранулированного остеопластического материала, его частичной резорбцией и уплотнением новообразованной костной ткани в процессе созревания [64, 73]. Важно подчеркнуть, что итоговая ширина альвеолярной кости (6,8 мм) с запасом превышает минимально необходимую для установки имплантатов стандартного диаметра с сохранением толщины вестибулярной и оральной стенок не менее 1,5–2,0 мм, что является общепризнанным критерием долгосрочной стабильности и профилактики краевой резорбции [48, 139].

Показатель выживаемости имплантатов, установленных одномоментно после расщепления альвеолярного гребня, в течение первого года после ортопедической нагрузки достигает 96%, что сопоставимо с результатами отсроченной имплантации и имплантации в нативную кость [126]. Исключение составляют случаи, связанные с отсутствием остеointеграции

(обычно обусловленные индивидуальными особенностями репаративного потенциала пациента) или развитием периимплантита на фоне неудовлетворительной гигиены полости рта и погрешностей при ортопедическом лечении, что не связано непосредственно с техникой расширения костной ткани [80, 97]. Контрольное конусно-лучевое компьютерное томографическое исследование, выполняемое через 4 месяца после операции, подтверждает наличие плотной костной ткани вокруг имплантатов, отсутствие рентгенологических зон разрежения и четкие контуры кортикальных пластин, что соответствует критериям успешной остеоинтеграции [89, 139].

Применение системы горизонтальных винтовых остеотомов «Crest-Control» (Meisinger, Германия) у части пациентов позволяет осуществлять контролируемое дозированное расширение межкортикального пространства с минимальной травмой костной ткани [59, 73]. Данная система основана на последовательном введении в сформированный распил остеотомов возрастающего диаметра с последующей установкой конического дистрактора, что обеспечивает постепенное расхождение кортикальных пластин без риска неконтролируемого перелома. Применение винтовых остеотомов позволяет увеличить ширину между остеотомированными фрагментами до 4 мм при сохранении целостности как вестибулярной, так и оральной кортикальных пластин [53, 125]. Данный инструментарий особенно показан при работе в анатомически сложных зонах, например, в области нижней челюсти в проекции нижнечелюстного канала, где требуется высокая точность и контролируемость расширения для предотвращения неврологических осложнений [115, 116].

Сравнительный анализ двух протоколов межкортикальной остеотомии (отсроченная и одномоментная имплантация) показывает, что каждый из них имеет свои преимущества и ограничения. Отсроченная имплантация характеризуется более высокими показателями первичной стабильности, поскольку имплантаты устанавливаются в уже сформированную и минерализованную костную ткань после завершения активной фазы

ремоделирования [134], что позволяет с большей уверенностью прогнозировать успешную остеоинтеграцию и использовать стандартные протоколы нагрузки. Однако недостатком данного подхода является увеличение общей продолжительности лечения на 4–6 месяцев, необходимость повторного хирургического вмешательства для установки имплантатов и, соответственно, дополнительная травматизация тканей и повышение экономических затрат [40, 45]. Одномоментная имплантация, напротив, сокращает сроки лечения и количество операций, но предъявляет повышенные требования к первичной стабильности имплантатов и жизнеспособности мобилизованного фрагмента [25, 35]. Низкие значения первичной стабильности, регистрируемые при резонансно-частотном анализе (ISQ в диапазоне 41–48 единиц), не являются прогностически неблагоприятным фактором, поскольку в течение 4–6 месяцев наблюдается выраженный прирост стабильности (в среднем на 24 единицы ISQ), достигающий значений, сопоставимых с отсроченной имплантацией [2, 139].

Совокупность данных литературы свидетельствует о том, что межкортикальная остеотомия, как с отсроченной, так и с одномоментной установкой имплантатов, является клинически эффективным и прогнозируемым методом горизонтальной аугментации альвеолярной кости при условии строгого соблюдения критериев отбора пациентов (исходная ширина гребня не менее 3,0–3,5 мм, толщина вестибулярной кортикальной пластины, достаточная высота кости) и использования современного ультразвукового хирургического инструментария [65, 136]. Выбор между отсроченным и одномоментным протоколом должен основываться на индивидуальной оценке клинической ситуации, включая исходные анатомические параметры, качество костной ткани, а также пожелания пациента относительно сроков лечения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение долгосрочных результатов (5–10 лет) обоих подходов, включая динамику краевой резорбции костной ткани вокруг имплантатов и частоту биологических осложнений в отдаленные сроки наблюдения.

1.5. Объективные методы оценки результатов костнопластических операций и остеointеграции дентальных имплантатов

Объективная оценка эффективности горизонтальной аугментации альвеолярной кости и последующей остеointеграции дентальных имплантатов базируется на комплексе инструментальных методов, среди которых ведущее место занимают лучевые (конусно-лучевая компьютерная томография) и физические (резонансно-частотный анализ) способы контроля. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) с возможностью высокоточных измерений плотности и линейных параметров кости позволяет детально изучить динамику репаративных процессов [8]. Рентгенологическая картина транзиторного остеопороза смещенного фрагмента, его последующая реминерализация и интеграция в реципиентное ложе требуют детального описания и систематизации. Данные, полученные при динамическом наблюдении за одной и той же группой пациентов, могут стать основой для доказательного подхода к планированию этапов лечения [89]. Использование конусно-лучевой компьютерной томографии позволяет получить объективные количественные данные о степени убыли костной ткани в различные сроки наблюдения, что имеет ключевое значение для выработки доказательных рекомендаций по выбору оптимального метода аугментации в зависимости от исходной клинической ситуации.

Стандартный протокол КЛКТ-исследования для целей дентальной имплантации предполагает выполнение сканирования с толщиной реконструируемого среза не более 0,2–0,3 мм, что обеспечивает получение мультипланарных реконструкций высокого разрешения в сагиттальной, корональной и аксиальной плоскостях. Анализ компьютерных томограмм включает измерение ширины альвеолярной кости на трех уровнях (у вершины гребня, в средней трети и в апикальной трети), оценку плотности губчатого вещества в условных единицах по шкале Хаунсфилда в зоне предполагаемой остеотомии или установки имплантатов, определение

толщины вестибулярной кортикальной пластины на всем протяжении планируемого вмешательства, а также измерение высоты альвеолярной кости. Для пациентов, которым планируется межкортикальная остеотомия, дополнительно оценивают наличие и степень язычного наклона альвеолярной части, измеряя угол наклона относительно окклюзионной плоскости. Шкала Хаунсфилда, используемая в КЛКТ, позволяет количественно характеризовать минеральную плотность костной ткани: значения от 150 до 350 единиц соответствуют губчатой кости с достаточным остеогенным потенциалом, тогда как значения ниже 100 единиц расцениваются как критически низкая плотность, ассоциированная с риском несостоятельности имплантатов. При оценке результатов аугментации особое внимание уделяют степени минерализации трансплантата или регенерата по сравнению с прилежащей нативной костью, сохранности его толщины (ширины) в зоне реконструкции, а также характеру интеграции с материнской костью (наличие или отсутствие четкой границы между блоком и ложем, признаки резорбции, секвестрации, фрагментации кортикальной пластины). На основании визуальной и денситометрической оценки выделяют категории результатов: хороший результат (полная остеоинтеграция без видимого снижения рентгенологической плотности и без уменьшения толщины), удовлетворительный результат (умеренное снижение плотности до 50% от исходной и/или умеренное уменьшение толщины блока до 50%), условно удовлетворительный (неудовлетворительный) результат (значительное снижение плотности более 50%, выраженная резорбция толщины более 50%, наличие участков секвестрации или резорбции кости вокруг фиксирующих винтов). При динамическом КЛКТ-мониторинге, проводимом через 4–6 месяцев после аугментации и через 6–12 месяцев после имплантации, оценивают также краевую резорбцию кости вокруг шейки имплантата, измеряя расстояние от плеча имплантата до наиболее апикальной точки контакта кость-имплантат на мезиальной и дистальной поверхностях. Степень резорбции классифицируют следующим образом: отсутствие резорбции (0 мм),

начальные признаки (менее 0,5 мм), умеренно выраженная резорбция (0,6–1,0 мм), выраженная резорбция (1,1–1,5 мм), резко выраженная резорбция (более 1,6 мм). Такая градация позволяет стандартизировать оценку и сопоставлять результаты различных методов аугментации.

Одним из ключевых критериев успешной интеграции имплантата является его стабильность, которая может быть оценена объективно с помощью резонансно-частотного анализа (RFA). Данный метод, впервые описанный Meredith (1998) [77], позволяет количественно определить показатель стабильности имплантата (Implant Stability Quotient, ISQ) в диапазоне от 1 до 100. Физический принцип метода заключается в регистрации резонансной частоты колебаний, возникающих в системе «имплантат – окружающая костная ткань» при воздействии переменного магнитного поля. Специальный намагниченный штифт (SmartPeg), закрепленный в имплантате, под действием внешнего магнитного поля начинает вибрировать с определенной частотой, которая зависит от степени фиксации имплантата в кости. Датчик прибора (например, Osstell Mentor или Osstell IDx) улавливает данные колебания и преобразует их в числовое значение ISQ. Чем выше стабильность имплантата, тем выше резонансная частота и тем выше значение ISQ. ISQ отражает степень фиксации имплантата в костной ткани и коррелирует с микродвижениями на границе имплантат-кость, что позволяет использовать его для прогнозирования исходов имплантации, а также для определения сроков функциональной нагрузки [112]. В клинической практике значения ISQ выше 65–70 единиц традиционно рассматриваются как достаточные для ранней нагрузки, тогда как более низкие показатели (45–65 единиц) требуют более длительного периода заживления, а значения ниже 40 единиц расцениваются как критически низкая стабильность, требующая отсрочки нагрузки или даже пересмотра плана лечения. Важной особенностью RFA является возможность неинвазивного и неразрушающего контроля динамики остеоинтеграции во времени без необходимости повторных рентгенологических исследований.

Исследованиями установлено, что в процессе остеоинтеграции

показатель ISQ закономерно изменяется. Непосредственно после установки имплантата регистрируется первичная стабильность, которая обусловлена механической фиксацией имплантата в костном ложе (факторы: плотность кости, качество препарирования, геометрия имплантата, степень его соответствия размерам ложа). В последующие недели, в фазе активного ремоделирования костной ткани, может наблюдаться временное снижение ISQ, связанное с резорбцией поврежденной кости и замещением ее новообразованной тканью. Данный феномен особенно выражен при имплантации в кость низкой плотности или после травматичной хирургической техники. Затем, по мере прогрессирования остеоинтеграции и минерализации новообразованного матрикса, ISQ постепенно повышается, достигая плато к 3–6 месяцам. Вторичная стабильность, регистрируемая через 4–6 месяцев, отражает уже биологическую интеграцию имплантата с костной тканью. Динамика ISQ позволяет оценить не только конечный результат, но и характер течения репаративного процесса. Например, отсутствие фазы снижения или монотонный рост ISQ могут свидетельствовать о первично высоком остеогенном потенциале, тогда как длительное (более 8 недель) снижение или недостижение порога 65 единиц к 6 месяцам является прогностически неблагоприятным признаком [139]. В работах, посвященных аугментации альвеолярной кости, показано, что в группах с отсроченной имплантацией после межкортикальной остеотомии значения ISQ при установке имплантатов сопоставимы с таковыми в нативную кость (62,4–67,6 единиц), тогда как при одномоментной имплантации первичная стабильность значительно ниже (41,2–48,3 единиц), однако к моменту второго хирургического этапа ISQ возрастает в среднем на 24 единицы, достигая 65,3–71,2 единиц, что сопоставимо с отсроченной имплантацией. Данная динамика объясняется тем, что при одномоментной методике имплантат фиксируется в условиях мобилизованного кортикального фрагмента и только что уложенного остеопластического материала, что обеспечивает лишь механическую первичную стабильность, но последующая активная перестройка костной ткани и минерализация

регенерата приводят к значительному росту стабильности [114]. Важно подчеркнуть, что низкая первичная стабильность при одномоментной имплантации не является прогностически неблагоприятным фактором, если соблюдены критерии отбора пациентов и хирургический протокол.

Помимо КЛКТ и RFA, в клинической практике для оценки результатов аугментации и остеоинтеграции используются и другие методы, однако их роль менее значима. Перкуссия (выслушивание металлического звука) и оценка подвижности имплантата инструментами являются сугубо субъективными и недостаточно чувствительными для ранней диагностики нарушений интеграции. Измерение момента затяжки при установке имплантата позволяет оценить первичную стабильность, но не дает информации о динамике остеоинтеграции во времени и не может применяться повторно без риска повреждения имплантата или окружающей кости. Периотестометрия, основанная на регистрации ударно-возбуждаемых колебаний, также используется для оценки стабильности, однако ее результаты более вариабельны и хуже коррелируют с микродвижениями по сравнению с RFA. Тем не менее, комбинация КЛКТ (морфологическая и денситометрическая оценка) и RFA (функциональная оценка стабильности) признана в настоящее время золотым стандартом объективного контроля при проведении клинических исследований в области дентальной имплантологии и аугментации костной ткани [39, 68].

Несмотря на наличие работ, посвященных сравнительной оценке различных методов аугментации, данные о динамике стабильности имплантатов при использовании межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов остаются ограниченными и противоречивыми. В частности, недостаточно изучено, как первичная стабильность, достигаемая в условиях мобилизованного кортикального фрагмента и заполнения дефекта остеопластическим материалом, трансформируется в долгосрочную стабильность, и насколько полученные показатели соответствуют таковым при отсроченной имплантации после остеотомии, после аутокостной пластики или при имплантации в нативную

кость без предварительной аугментации. Понимание данных закономерностей имеет ключевое значение для определения оптимальных сроков нагрузки и прогнозирования долгосрочной стабильности результатов лечения [16, 101]. Кроме того, необходимость сравнительного анализа различных методов горизонтальной аугментации с использованием единого объективного критерия (ISQ) продиктована потребностью в выработке доказательных рекомендаций для клинической практики. Отсутствие стандартизированных протоколов динамического КЛКТ- и RFA-мониторинга, различия в сроках наблюдения и неоднородность клинических выборок в опубликованных исследованиях не позволяют в настоящее время сформулировать окончательные выводы о предпочтительности того или иного метода аугментации с точки зрения долгосрочной стабильности имплантатов и сохранения объема костной ткани. В связи с этим проведение проспективных исследований с использованием описанных объективных методов оценки, унифицированными протоколами измерений и достаточными сроками наблюдения (не менее 12 месяцев после ортопедического лечения) является актуальной и своевременной задачей.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Дизайн исследования

Исследование выполнено на базе отделения хирургической стоматологии ФГБУ НМИЦ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России в период с 2022 по 2025 год и стоматологической поликлинике №23 г. Москвы. Дизайн работы представлял собой проспективное исследование, целью которого являлась оценка результатов установки дентальных имплантатов, устанавливаемых после различных методов горизонтальной аугментации альвеолярной кости. От всех пациентов получено письменное информированное согласие на участие в исследовании, на проведение хирургических вмешательств и на обработку персональных данных в соответствии с требованиями Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных».

В исследование включались пациенты старше 18 лет с частичной или полной вторичной адентией, осложненной атрофией альвеолярной кости в зоне планируемой дентальной имплантации. Критериями включения служили: наличие показаний к горизонтальной аугментации альвеолярного гребня (исходная ширина кости от 2.2 мм по данным предоперационной конусно-лучевой компьютерной томографии) для групп с реконструктивными вмешательствами; возраст старше 18 лет; отсутствие острых воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области и околоносовых пазух на момент операции; компенсированное состояние соматического здоровья, позволяющее проводить плановые хирургические вмешательства; подписанное пациентом информированное согласие.

Критерии исключения из исследования: системные заболевания скелета и нарушения минерального обмена (остеопороз, остеомалация, гиперпаратиреоз, несовершенный остеогенез); неконтролируемый сахарный диабет (уровень гликированного гемоглобина более 7,5%); острые и хронические

воспалительные заболевания в зоне предполагаемого вмешательства (периимплантит, пародонтит в стадии обострения); онкологические заболевания в анамнезе с проведением лучевой терапии в области челюстно-лицевой зоны; курение более одной пачки сигарет в день, поскольку курение является доказанным фактором риска, негативно влияющим на процессы репаративного остеогенеза и интеграцию имплантатов; прием лекарственных препаратов, влияющих на костный метаболизм (бисфосфонаты, кортикостероиды в системной терапии); беременность и период лактации; тяжелая сопутствующая патология в стадии декомпенсации.

2.2. Распределение пациентов по группам

В зависимости от метода хирургической подготовки к дентальной имплантации все пациенты, включенные в исследование, были распределены по группам в соответствии с применённой техникой костнопластического вмешательства. Формирование групп осуществлялось на основании единых клинико-рентгенологических критериев, что обеспечивало сопоставимость исходных параметров аугментируемой зоны. В первую группу вошли пациенты, которым выполнялась аутокостная пластика монокортикальными блоками по стандартной методике; вторую группу составили пациенты, у которых аутокостная пластика проводилась с использованием модифицированной техники, включающей сквозную остеоперфорацию фиксированного трансплантата и реципиентного ложа. Третью группу сформировали пациенты, которым была выполнена межкортикальная остеотомия с отсроченной установкой дентальных имплантатов (через 6 месяцев после операции). В четвертую группу вошли пациенты, у которых межкортикальная остеотомия проводилась с одномоментной установкой имплантатов непосредственно после смещения вестибулярного кортикального фрагмента. Распределение пациентов по группам с учетом пола, возраста и вида оперативного вмешательства представлено в таблице 2.2.1.

Первая группа включала 26 пациентов (11 мужчин, 15 женщин) в возрасте от 28 до 64 лет (средний возраст $47,3 \pm 9,8$ года), которым выполнялась аутокостная пластика монокортикальными блоками с последующей отсроченной дентальной имплантацией через 6 месяцев после реконструктивного вмешательства.

Таблица 2.2.1. Распределение пациентов в исследуемой группе по виду оперативного вмешательства

Вид оперативного вмешательства	Пол		Возраст				
	жен	муж	21-30	31-40	41-50	51-60	Старше 60
Аутокостная пластика с помощью костных блоков	15	11	1	2	19	4	0
Модифицированная методика аутокостной пластики	13	11	1	2	17	4	0
Межкортикальная остеотомия	9	15	4	1	6	13	0
Межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой дентальных имплантатов	7	14	0	1	14	0	6

Во второй группе применялись модифицированная методика, включающая сквозную остеоперфорацию и использование набора «Transfer Control» для прецизионного забора цилиндрических блоков. Для целей настоящего анализа стабильности имплантатов пациенты этой группы рассматривались единой когортой, поскольку оценка ISQ проводилась на этапе имплантации после завершения ремоделирования аутооттрансплантата.

Третья группа состояла из 24 пациентов (15 мужчин, 9 женщин) в возрасте от 26 до 67 лет (средний возраст $46,8 \pm 10,2$ года). Всем пациентам этой группы выполнялась межкортикальная остеотомия с последующей установкой дентальных имплантатов через 4–6 месяцев после остеотомии.

Четвертая группа включала 21 пациента (14 мужчин, 7 женщин) в возрасте от 42 до 68 лет (средний возраст $54,3 \pm 7,6$ года). В данной группе установка дентальных имплантатов производилась непосредственно после выполнения межкортикальной остеотомии и смещения вестибулярного кортикального фрагмента (одномоментная имплантация).

2.3. Предоперационное планирование и КЛКТ исследование

2.3.1. Проведение КЛКТ-исследования

Всем пациентам на предоперационном этапе выполняли конусно-лучевую компьютерную томографию. Для пациентов первой и второй групп (аутокостная пластика) использовали аппарат ORTHOPANTOMOGRAPH OP 3D Pro, OP300-1 (KAVO, Германия). Для пациентов третьей и четвертой групп (межкортикальная остеотомия с отсроченной и одномоментной имплантацией). Исследование проводили в стандартном режиме с напряжением на трубке 90 кВ, силой тока 8–10 мА, временем экспозиции 12 секунд. Толщина реконструируемого среза составляла не более 0,2–0,3 мм. Указанные параметры позволяли получать высокоточные мультипланарные реконструкции в трех плоскостях (сагиттальной, корональной и аксиальной).

Контрольные КЛКТ-исследования выполняли на том же аппарате в строго определенные временные точки в зависимости от метода лечения. Для пациентов первой группы (аутокостная пластика по стандартной и модифицированной методике) томографию проводили до операции, через 6 месяцев после аугментации (непосредственно перед планированием установки дентальных имплантатов), а также через 6 месяцев после установки имплантатов. Для пациентов второй группы (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) томографию проводили до операции, непосредственно после остеотомии (для оценки первичного расширения и положения фрагментов), через 6 месяца после остеотомии (непосредственно перед имплантацией для оценки степени минерализации, интеграции материала и принятия решения о возможности установки имплантатов), а также через 6 месяцев после установки имплантатов (для оценки остеоинтеграции и динамики состояния альвеолярной кости). Для пациентов четвертой группы (межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой имплантатов) томографию проводили до операции, через 6 месяцев после операции (перед вторым хирургическим этапом для оценки степени остеоинтеграции), а также через 6 и 12 месяцев после ортопедического лечения для оценки долгосрочной

стабильности.

2.3.2. Анализ компьютерных томограмм и планирование дентальной имплантации

Анализ компьютерных томограмм выполняли с использованием специализированного программного обеспечения для работы с ORTHOPANTOMOGRAPH OP 3D Pro, OP300-1 (KAVO, Германия). Измерения проводили независимо два исследователя с последующим усреднением полученных значений.

В ходе предоперационного анализа оценивали следующие параметры. Ширину альвеолярной кости (альвеолярного отростка или альвеолярной части) в миллиметрах, высоту альвеолярной кости в миллиметрах в зоне дефекта до анатомических образований. Плотность губчатого вещества в зоне предполагаемого вмешательства в условных единицах (у.е.). Для пациентов первой и второй группы (аутокостная пластика) плотность губчатого вещества не оценивали как критерий включения. Для пациентов третьей и четвертой группы (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией и межкортикальная остеотомия с одномоментной имплантацией) плотность губчатого вещества должна была составлять не более 350 у.е. Толщину вестибулярной кортикальной пластины в миллиметрах на всем протяжении планируемого распила. Для пациентов третьей и четвертой группы толщина вестибулярной кортикальной пластины на уровне средней трети альвеолярной части должна составлять менее 2,5 мм.

Топографию нижнечелюстного канала и локализацию подбородочного отверстия оценивали для исключения их травматизации при операциях на нижней челюсти. Для пациентов третьей и четвертой групп дополнительно оценивали наличие и степень язычного наклона альвеолярной части нижней челюсти. Для пациентов первой группы (аутокостная пластика) дополнительно оценивали состояние донорских зон: толщину кортикального слоя в области наружной косой линии ветви нижней челюсти,

подбородочного отдела и бугра верхней челюсти в зависимости от планируемого места забора трансплантата.

На основании полученных данных с использованием программного обеспечения осуществляли виртуальное планирование имплантации. Определяли оптимальное положение, количество и размеры имплантатов. Для пациентов всех 4-х групп изготавливали индивидуальные хирургические шаблоны методом 3D-печати для дентальной имплантации. Установку имплантатов выполняли с использованием хирургического навигационного шаблона, изготовленного по данным предоперационной КЛКТ.

На контрольных томограммах оценивали следующие параметры. Ширину альвеолярной кости в зоне реконструкции на уровне имплантатов в миллиметрах. Плотность костной ткани вокруг дентальных имплантатов в условных единицах (у.е). Наличие или отсутствие зон разрежения костной ткани. Четкость контуров кортикальных пластин. Положение имплантатов относительно окружающих анатомических структур (нижнечелюстного канала, подбородочного отверстия, верхнечелюстной пазухи). Для имплантатов измеряли высоту краевой резорбции кости как расстояние от плеча имплантата до наиболее апикальной точки контакта кость-имплантат на мезиальной и дистальной поверхностях.

Для пациентов первой и второй группы (аутокостная пластика) на контрольных томограммах через 6 месяцев после операции дополнительно оценивали степень минерализации аутоотрансплантата по сравнению с плотностью прилежащей нативной кости, сохранность его толщины в зоне реконструкции, а также характер интеграции с нативной костью (наличие или отсутствие четкой границы между блоком и ложем, признаки резорбции, секвестрации). На основании визуальной и денситометрической оценки выделяли три категории результатов. Хорошим результатом считали полную остеоинтеграцию трансплантата без видимого снижения его рентгенологической плотности и без уменьшения толщины по сравнению с послеоперационными параметрами. Удовлетворительным результатом определяли умеренное снижение плотности (до 50% от исходной) или

умеренное уменьшение толщины блока (также до 50%). Условно удовлетворительным (неудовлетворительным) результатом считали значительное снижение плотности (более 50%), выраженную резорбцию толщины трансплантата (более 50%), наличие участков секвестрации, фрагментации кортикальной пластинки или резорбцию кости вокруг фиксирующих винтов.

Для пациентов третьей группы (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) на контрольных томограммах через 6 месяцев после остеотомии дополнительно оценивали наличие линии остеотомии, степень отклонения вестибулярной кортикальной пластины, признаки остеопороза смещенного фрагмента (снижение плотности и нечеткость контуров), а также увеличение толщины наружной кортикальной пластины, обусловленное ассимиляцией травмированной надкостницы и формированием нового кортикального слоя.

Для пациентов четвертой группы (межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой имплантатов) на контрольных томограммах через 4 месяца после операции дополнительно оценивали достижение альвеолярной костью уровня края имплантата и структуру костной ткани, окружающей имплантаты.

2.4. Методы хирургической костной пластики и дентальной имплантации

2.4.1. Общие принципы выполнения хирургических вмешательств

Все хирургические вмешательства, включенные в настоящее исследование, выполнялись с использованием методов местной анестезии. В качестве анестетика применялся раствор артикаина гидрохлорида в комбинации с эпинефрином. Использовались две концентрации вазоконстриктора: 1:100 000 (препарат «Ubistesin forte», 3M ESPE, Германия) и 1:200 000 (препарат «Ultracain DS forte», Sanofi, Франция). Выбор конкретной концентрации эпинефрина определялся двумя основными факторами: характером

планируемого хирургического вмешательства и анатомической зоной проведения операции. При выполнении вмешательств на верхней челюсти, помимо стандартной инфильтрационной анестезии вестибулярной поверхности, дополнительно осуществляли инфильтрационную анестезию в области небной поверхности. Данная манипуляция проводилась с целью достижения адекватного обезболивания мягких тканей нёба на этапе ушивания послеоперационной раны, что обусловлено анатомическими особенностями иннервации данной области и необходимостью обеспечения комфорта пациента на завершающих этапах операции.

Доступ к операционному полю осуществляли через разрез слизистой оболочки по вершине альвеолярного гребня. У пациентов с сохраненными зубами, ограничивающими дефект, разрез переходил на вестибулярную поверхность в области этих зубов. Протяженность разреза превышала границы дефекта на 5–7 мм с каждой стороны для обеспечения мобилизации лоскута и последующего укрытия зоны реконструкции без натяжения. При необходимости выполняли дополнительные вертикальные расслабляющие разрезы в пределах здоровых зубов для улучшения доступа. Формировали полнослойный слизисто-надкостничный лоскут, который откидывали с вестибулярной стороны, обнажая наружную кортикальную пластину альвеолярной кости на всем протяжении планируемой реконструкции и имплантации.

Для пациентов первой и второй групп после укладывания остеопластического материала в области трансплантата и мембраны проводили мобилизацию слизисто-надкостничного лоскута путем отслойки надкостницы в основании лоскута и при необходимости выполнения надразов по переходной складке. Ушивание раны выполняли узловыми швами монофиламентной нитью 4-0 или 5-0. Ушивание проводили без натяжения, что являлось обязательным условием для обеспечения первичного заживления.

В послеоперационном периоде всем пациентам назначали антибактериальную терапию. Использовали амоксициллин с

клавулановой кислотой по 625 мг два раза в сутки в течение 7 дней. Также назначали противовоспалительную и десенсибилизирующую терапию. Швы снимали на 10–14 сутки после операции при условии удовлетворительного заживления раны.

2.4.2. Хирургические методики по группам

Методика аутокостной пластики с использованием аутокостных блоков, применявшаяся у пациентов первой группы, предусматривала забор костного трансплантата исключительно из внутриротовых донорских зон, что позволяло избежать дополнительной травматизации, связанной с внеротовыми доступами, и проводить вмешательство в условиях местной анестезии. Выбор конкретной донорской области определялся индивидуальными анатомическими особенностями пациента, объемом требуемого костного материала и локализацией реципиентного дефекта. В 16 случаях забор трансплантата осуществляли с наружной кривой линии ветви нижней челюсти, что обеспечивало получение плотного кортикального блока, оптимального для последующей фиксации в зоне реконструкции. У 10 пациентов донорским участком служил подбородочный отдел, где кортикальная пластинка обладает достаточной толщиной и механической прочностью, а форма трансплантата наиболее близка к контурам альвеолярного отростка в передних отделах. Во всех случаях забор костных блоков выполняли с применением ультразвукового хирургического аппарата, что обеспечивало прецизионное отделение трансплантата с сохранением целостности прилежащих мягких тканей и минимизацией термического повреждения кости в донорской зоне.

Для забора использовали ультразвуковой хирургический аппарат «Piezosurgery» (Mectron, Италия). У пациентов второй группы для забора цилиндрических блоков применяли систему «Transfer Control» (Meisinger, Германия), которая позволяла получать трансплантаты стандартизированной формы и точно формировать ложе. Полученный блок

тщательно адаптировали к реципиентному ложу. Фиксацию блока выполняли одним или двумя мини-винтами диаметром 1,5 мм и длиной 8–12 мм (Конмет, Россия). В 24 случаях (модифицированная методика) после фиксации выполняли сквозную остеоперфорацию трансплантата и подлежащего кортикального слоя реципиентного ложа. Для остеоперфорации использовали тонкий бор Линдеман диаметром 0,8–1,0 мм на глубину 3–4 мм, создавая множественные остеоперфорации, проходящие через блок в подлежащую кость. Количество перфораций варьировало от 4 до 6 в зависимости от площади трансплантата. Перфорации располагали равномерно по всей поверхности блока, за исключением зон, прилежащих к фиксирующим винтам. Зону реконструкции заполняли гранулами ксеногенного материала «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия). Поверх материала укладывали биорезорбируемую коллагеновую мембрану «Jason» (Botiss Biomaterials, Германия). Мембрану фиксировали таким образом, чтобы она полностью перекрывала область трансплантата и выходила за его пределы на 2–3 мм. Имплантаты устанавливали через 6 месяцев после костной пластики после контрольной КЛКТ, подтверждающей достаточный объем и качество регенерированной кости.

Методика межкортикальной остеотомии с отсроченной установкой имплантатов (третья группа). После обнажения костной ткани с помощью ультразвукового хирургического аппарата «Piezosurgery» (Mectron, Италия) с набором специальных остеотомов различной формы и размера выполняли остеотомию. Первым этапом выполняли горизонтальный кортикальный распил по вершине альвеолярного гребня на всю протяженность планируемой реконструкции. Распил проходил через наружную кортикальную пластину и губчатое вещество до оральной кортикальной пластины. Глубина распила контролировалась с помощью предварительно проведенных измерений по данным КЛКТ и составляла 3–4 мм в зависимости от высоты альвеолярного гребня. Глубина распила соответствовала толщине кортикальной пластины до входа в губчатое вещество. Вторым этапом выполняли два вертикальных распила: мезиальный

и дистальный. Вертикальные распилы начинали от горизонтального распила и продолжали в апикальном направлении, выходя за пределы планируемых мест установки имплантатов на 2–3 мм. Вертикальные распилы выполняли на ту же глубину, что и горизонтальный. После завершения остеотомии с помощью узких распаторов или специальных расширителей производили вестибулярное смещение мобилизованного кортикального фрагмента. Контролируемое смещение проводили до достижения ширины альвеолярной части не менее 6,0 мм. Образовавшееся между кортикальными пластинами пространство заполняли гранулированным ксеногенным материалом «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия). Поверх уложенного материала область реконструкции укрывали резорбируемой коллагеновой мембраной «Jason» (Botiss Biomaterials, Германия). Мембрану фиксировали таким образом, чтобы она перекрывала границы дефекта на 2–3 мм. Установку имплантатов проводили через 6 месяцев после остеотомии после контрольной КЛКТ, подтверждающей завершение активной фазы ремоделирования и достаточную минерализацию регенерата.

Методика межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов (четвертая группа). Техника остеотомии соответствовала описанной для второй группы. После завершения остеотомии и вестибулярного смещения кортикального фрагмента с помощью узких распаторов и специальных расширителей производили контролируемое смещение с интервальным наращиванием усилия до достижения ширины альвеолярной кости, достаточной для установки имплантатов стандартного диаметра с формированием вестибулярной и оральной стенок толщиной не менее 1,5 мм. У всех пациентов для контролируемого расширения костной ткани применяли набор инструментов «Crest-Control» (Meisinger, Германия). Данная система представляет собой набор горизонтальных винтовых дистракторов и конических спредеров. Винтовые дистракторы вводили в сформированный распил в проекции планируемых мест установки дентальных имплантатов с последующим медленным вращением. Применение данной системы позволяло увеличить ширину между

остеотомированными фрагментами до 4 мм. Так же расширение достигалось с помощью конических спредеров. Установку дентальных имплантатов выполняли по стандартному протоколу с использованием хирургического навигационного шаблона, изготовленного по данным предоперационной КЛКТ. Формирование ложа для имплантатов осуществляли с использованием последовательного набора фрез с ирригационным охлаждением стерильным физиологическим раствором. Имплантаты устанавливали на уровне костной ткани или супракрестально с последующей фиксацией заглушек. Образовавшееся между кортикальными пластинами пространство после установки имплантатов заполняли ксеногенным материалом «CeraBone» (Botiss Biomaterials, Германия). Материал укладывали с легкой компрессией для обеспечения плотного контакта с костными стенками и поверхностью имплантатов. Поверх уложенного материала область реконструкции укрывали резорбируемой коллагеновой мембраной («Jason» Botiss Biomaterials, Германия). Мембрану фиксировали таким образом, чтобы она перекрывала границы дефекта на 2–3 мм.

2.5. Оценка стабильности имплантатов методом резонансно-частотного анализа (RFA)

Стабильность дентальных имплантатов оценивали с помощью резонансно-частотного анализа. Использовали прибор Osstell Mentor (Integration Diagnostics, Швеция). Принцип действия прибора основан на регистрации резонансных электромагнитных колебаний, возникающих в имплантате и окружающей костной ткани при воздействии на них магнитного поля. Для передачи магнитного поля на имплантат использовали намагниченный штифт (SmartPeg), который закрепляли в имплантате. Для всех имплантатов использовали штифты SmartPeg типа 1, предназначенные для имплантатов Vego Semados (Германия). Штифты калибровали в соответствии с инструкцией производителя перед каждым измерением. Результат измерения выражается в единицах стабильности имплантата

(Implant Stability Quotient, ISQ) по шкале от 1 до 100. Более высокие значения ISQ соответствуют большей стабильности имплантата в костной ткани.

Измерения проводили дважды для каждого имплантата. Первое измерение выполняли непосредственно после установки имплантата (первый хирургический этап). Данное измерение соответствовало первичной стабильности имплантата. Второе измерение выполняли через 6 месяцев после установки имплантата, перед установкой формирователей десны (второй хирургический этап). Данное измерение соответствовало вторичной стабильности имплантата, отражающей степень остеоинтеграции.

Перед каждым измерением имплантат очищали от остатков крови и тканей. Штифт SmartPeg вручную закручивали в имплантат с небольшим усилием до упора с помощью пальцев. Измерения проводили одним оператором, не участвовавшим в хирургическом лечении. Для каждой временной точки (первый и второй хирургические этапы) выполняли не менее трех последовательных измерений для каждого имплантата. После выполнения трех измерений вычисляли среднее арифметическое значение, которое фиксировали как итоговый показатель ISQ для данного имплантата на соответствующем этапе.

Измерения проводили для всех имплантатов во всех 4-х группах. Для первой группы (аутокостная пластика) измерения выполняли у 26 пациентов: для второй группы по разработанной технике (24 пациента). Для третьей группы (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) измерения выполняли у 24 пациентов. Для четвертой группы (межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой имплантатов) измерения выполняли у 21 пациента.

Для каждой группы и для каждой анатомической зоны (верхняя челюсть, нижняя челюсть, передний отдел, дистальный отдел) рассчитывали минимальные, максимальные и средние значения ISQ с указанием стандартного отклонения. Полученные значения использовали для сравнительного анализа стабильности имплантатов при различных методах горизонтальной аугментации.

2.6. Рентгенологический контроль и оценка результатов

Рентгенологический контроль осуществляли с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии на аппарате ORTHOPANTOMOGRAPH OP 3D Pro, OP300-1 (KAVO, Германия) с параметрами, описанными в разделе 2.4. КЛКТ-исследования проводили в строго определенные временные точки в зависимости от метода лечения.

Для пациентов первой и второй группы (аутокостная пластика) компьютерную томографию проводили до операции (для планирования и измерения исходных параметров), через 6 месяцев после костнопластического этапа (непосредственно перед планированием установки дентальных имплантатов), через 6 месяцев после установки имплантатов (для оценки остеоинтеграции), а также через 12 месяцев после ортопедического лечения для оценки долгосрочной стабильности.

Для пациентов третьей группы (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) компьютерную томографию проводили до операции, непосредственно после остеотомии (для оценки первичного расширения и положения фрагментов), через 6 месяцев после остеотомии (непосредственно перед имплантацией для оценки степени минерализации, интеграции материала и принятия решения о возможности установки имплантатов), через 6 месяцев после установки имплантатов (для оценки остеоинтеграции и динамики состояния альвеолярной кости), а также через 12 месяцев после ортопедического лечения.

Для пациентов четвертой группы (межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой имплантатов) компьютерную томографию проводили до операции, через 6 месяцев после операции (перед вторым хирургическим этапом для оценки степени остеоинтеграции), через 6 месяцев после ортопедического лечения, а также через 12 месяцев после ортопедического лечения для оценки долгосрочной стабильности.

Все томограммы анализировали в сагиттальной, корональной и аксиальной плоскостях с использованием специализированного программного обеспечения для работы с DICOM-файлами. Измерения проводили независимо два исследователя с последующим усреднением полученных значений.

На всех контрольных томограммах оценивали следующие параметры. Ширину альвеолярной кости (альвеолярного отростка или альвеолярной части челюсти) в миллиметрах в зоне реконструкции и имплантации на трех уровнях: у вершины гребня, в средней трети и в апикальной трети. Высоту альвеолярной кости в миллиметрах в зоне дефекта. Плотность костной ткани вокруг имплантатов в условных единицах. Наличие или отсутствие зон разрежения костной ткани. Четкость контуров кортикальных пластин. Положение имплантатов относительно окружающих анатомических структур (нижнечелюстного канала, подбородочного отверстия, верхнечелюстной пазухи). Для имплантатов измеряли высоту краевой резорбции кости как расстояние от плеча имплантата до наиболее апикальной точки контакта кость-имплантат на мезиальной и дистальной поверхностях.

Степень резорбции классифицировали следующим образом: отсутствие резорбции (0 мм), начальные признаки (менее 0,5 мм), умеренно выраженная резорбция (от 0,6 до 1,0 мм), выраженная резорбция (от 1,1 до 1,5 мм), резко выраженная резорбция (более 1,6 мм).

Для пациентов первой и второй группы (аутокостная пластика) на контрольных томограммах через 6 месяцев после операции дополнительно оценивали степень минерализации трансплантата по сравнению с плотностью прилежащей нативной кости, сохранность его толщины (ширины) в зоне реконструкции, а также характер интеграции с материнской костью (наличие или отсутствие четкой границы между блоком и ложем, признаки резорбции, секвестрации). На основании визуальной и денситометрической оценки выделяли три категории результатов. Хорошим результатом считали полную остеоинтеграцию трансплантата без видимого снижения его рентгенологической плотности и без уменьшения толщины по

сравнению с послеоперационными параметрами. Удовлетворительным результатом определяли умеренное снижение плотности (до 50% от исходной) или умеренное уменьшение толщины блока (также до 50%). Условно удовлетворительным (неудовлетворительным) результатом считали значительное снижение плотности (более 50%), выраженную резорбцию толщины трансплантата (более 50%), наличие участков секвестрации, фрагментации кортикальной пластинки или резорбцию кости вокруг фиксирующих винтов.

Для пациентов третьей группы (межкортикальная остеотомия с отсроченной дентальной имплантацией) при анализе контрольных томограмм, выполненных через 6 месяцев после оперативного вмешательства, проводилась детальная оценка рентгенологической картины репаративного остеогенеза. Определялись следующие критерии: визуализация линии остеотомии, характеризующая границу мобилизованного фрагмента и реципиентного ложа; степень вестибулярного отклонения наружной кортикальной пластины, отражающая достигнутый объем горизонтальной аугментации; а также признаки транзиторного остеопороза в смещенном фрагменте, проявляющиеся снижением его рентгенологической плотности и размытостью контуров, что является рентгеноморфологическим эквивалентом активной фазы реваскуляризации и резорбции поврежденных костных структур. Дополнительно оценивалось увеличение толщины наружной кортикальной пластины, обусловленное ассимиляцией травмированной надкостницы и формированием новообразованного кортикального слоя, что свидетельствует о запуске компенсаторных репаративных механизмов.

При анализе полученных данных установлено, что у 22 пациентов (91,7%) в мобилизованном кортикальном фрагменте визуализировались рентгенологические признаки остеопороза, проявляющиеся диффузным снижением плотности и сглаженностью кортикальных контуров. Данные изменения не расценивались как патологические, а интерпретировались как закономерный этап ремоделирования, обеспечивающий переход от

первичной механической стабильности к биологической интеграции фрагмента за счет активации остеокластической резорбции и последующего ангиогенеза. Кроме того, у 19 пациентов (79,2%) зафиксировано повышение плотности губчатого вещества в зоне вмешательства, что объективно указывало на начало формирования костного матрикса вокруг гранул остеопластического материала и развитие остеокондуктивных процессов. Данная динамика подтверждает завершение фазы остеопороза и переход к активной реминерализации регенерата, что является прогностически благоприятным признаком, определяющим готовность костной ткани к последующей дентальной имплантации. Для пациентов четвертой группы (межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой имплантатов) на контрольных томограммах через 6 месяцев после операции дополнительно оценивали достижение альвеолярной костью уровня края имплантата и структуру костной ткани, окружающей имплантаты.

Для пациентов всех 4-х групп оценивали выживаемость дентальных имплантатов в течение первого года после их установки. Выживаемость рассчитывали как процент имплантатов, сохранившихся в полости рта и функционально нагруженных через 12 месяцев после ортопедического лечения.

Динамическую оценку краевой резорбции кости вокруг имплантатов проводили на сроке 6 и 12 месяцев после ортопедического лечения. Измерения выполняли на мезиальной и дистальной поверхностях каждого имплантата. Результаты фиксировали в абсолютных значениях (мм). Для анализа использовали средние значения по каждой группе.

2.7. Методы статистической обработки данных

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с использованием пакетов прикладных программ Statistica 12.0 (StatSoft, США) и IBM SPSS Statistics 26.0 (IBM Corp., США). Для каждой из анализируемых групп рассчитывали средние арифметические значения (M) и стандартные

отклонения (SD) для всех количественных показателей, включая возраст пациентов, ширину альвеолярной кости на различных этапах лечения, значения коэффициента стабильности имплантата (ISQ), а также показатели рентгеновской плотности костной ткани по шкале Хаунсфилда. Проверку нормальности распределения количественных данных осуществляли с использованием критерия Шапиро–Уилка, что позволило обоснованно выбрать параметрические методы статистического анализа для последующей обработки.

Для сравнения независимых групп пациентов, сформированных в соответствии с применённым методом хирургического вмешательства, использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим post-hoc тестом Тьюки для множественных попарных сравнений. Данный подход обеспечил корректную оценку различий между группами по таким параметрам, как ширина альвеолярного гребня после аугментации и показатели рентгеноденситометрической плотности костного регенерата в различные сроки наблюдения. Для сравнения показателей ISQ, зарегистрированных на первом (непосредственно после установки имплантата) и втором (через 6 месяцев) хирургических этапах внутри каждой группы, применяли t-критерий Стьюдента для связанных выборок, что позволило оценить динамику стабильности имплантатов в процессе остеоинтеграции. Проводили сравнение частот исходов, в частности показателей выживаемости дентальных имплантатов и распределения степеней краевой резорбции костной ткани, между группами.

Различия считали статистически значимыми при достижении уровня $p < 0,05$, что обеспечивало надёжность выводов о наличии или отсутствии достоверных различий между сравниваемыми группами.

Перед проведением статистического анализа все клинические и рентгенологические данные были деперсонализированы с целью соблюдения требований этического характера и защиты персональной информации пациентов в соответствии с положениями Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных». Полученные в ходе статистической обработки

результаты были систематизированы и представлены в виде таблиц, содержащих средние значения с указанием стандартных отклонений, а также абсолютных и относительных частот для категориальных переменных, что позволило обеспечить наглядность и воспроизводимость представленных данных. Применение описанного статистического аппарата обеспечило объективность и доказательность выводов, сформулированных по итогам сравнительного анализа эффективности различных методов горизонтальной аугментации альвеолярной кости и последующей дентальной имплантации.

ГЛАВА 3. СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящей главе представлены результаты проспективного клинического исследования, выполненного на клинической базе отделения хирургической стоматологии ФГБУ НМИЦ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России, а также в стоматологической поликлиники №23 г. Москвы в период с 2022 по 2025 год. Общая выборка включила 95 пациентов с верифицированным дефицитом трансверзальных размеров альвеолярной кости, которым были проведены различные методы горизонтальной аугментации с последующим этапом дентальной имплантации. Формирование групп осуществлялось на основании применённой хирургической методики. В первую группу (n=26) вошли пациенты, которым выполнялась аутокостная пластика монокортикальными блоками по стандартному протоколу; во второй группе (n=24) была использована модифицированная техника аутокостной пластики, предусматривающая сквозную остеоперфорацию фиксированного трансплантата и подлежащего реципиентного ложа по предложенному методу. Третья группа (n=24) включала пациентов, которым проведена межкортикальная остеотомия с отсроченной установкой дентальных имплантатов, тогда как в четвертой группе (n=21) межкортикальная остеотомия выполнялась с одномоментной имплантацией. Оценка клинической эффективности базировалась на данных конусно-лучевой компьютерной томографии, резонансно-частотного анализа с определением коэффициента стабильности имплантата, а также на результатах стандартизированного клинического осмотра.

Для каждой из анализируемых групп были определены исходные клинико-рентгенологические параметры, включавшие ширину альвеолярной кости в зоне дефекта, её высоту, а также плотность губчатого вещества в условных единицах (у.е.). Контрольные КЛКТ-исследования проводились в строго регламентированные временные интервалы, соответствующие ключевым этапам костнопластического вмешательства и последующей

имплантации. Качество сформированного костного регенерата оценивалось с помощью визуальной и денситометрической шкалы с выделением трёх категорий исхода — хорошего, удовлетворительного и условно удовлетворительного (неудовлетворительного), что позволило стандартизировать анализ интеграции трансплантата или регенерата.

Стабильность дентальных имплантатов оценивали неинвазивным методом резонансно-частотного анализа с использованием прибора Osstell Mentor. Регистрацию показателя проводили двукратно: непосредственно после позиционирования имплантата (первичная стабильность) и через 6 месяцев, на этапе перед вторым хирургическим вмешательством (установка формирователя десны), что соответствовало вторичной стабильности, отражающей степень остеоинтеграции. Для каждого имплантата вычисляли среднее арифметическое значение коэффициента стабильности по результатам трёх последовательных измерений.

В последующих разделах настоящей главы последовательно изложены результаты аутокостной пластики при использовании стандартной и модифицированной методик, детально охарактеризованы клинικο-рентгенологические исходы межкортикальной остеотомии с отсроченной и одномоментной установкой дентальных имплантатов, а также представлен сравнительный анализ стабильности имплантатов во всех четырёх группах по данным резонансно-частотного исследования.

3.1. Результаты аутокостной пластики

В данном разделе представлены результаты сравнительной оценки двух методик аутокостной пластики монокортикальными блоками, применённых у пациентов с дефицитом ширины альвеолярной кости. Ключевым отличием анализируемых хирургических подходов являлось использование либо стандартного протокола фиксации аутотрансплантата, либо модифицированной техники, предусматривающей использование цилиндрических костных блоков и выполнение сквозной остеоперфорации для улучшения условий васкуляризации и последующей интеграции

костного блока. Эффективность каждого из методов оценивалась на основании динамики клинико-рентгенологических параметров, зафиксированных при контрольном КЛКТ-исследовании через шесть месяцев после операции, непосредственно перед планированием установки дентальных имплантатов.

В ходе исследования был проведен анализ результатов аутокостной пластики у 50 пациентов с исходной атрофией альвеолярной кости. Все наблюдения были разделены на две группы в зависимости от применявшейся хирургической техники. В первую группу вошли 26 пациентов, которым реконструкция выполнялась по стандартной методике с фиксацией монокортикального блока без дополнительной стимуляции контактной зоны. Во вторую группу включены 24 пациента, у которых использовалась модифицированная методика, включавшая проведение сквозной остеоперфорации как фиксированного цилиндрического аутооттрансплантата, так и подлежащего кортикального слоя реципиентного ложа. Оценка эффективности вмешательства проводилась на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии, полученных до операции и через 6 месяцев после нее, непосредственно перед планированием этапа дентальной имплантации.

Анализ предоперационных компьютерных томограмм показал, что исходные параметры костной ткани в обеих группах были сопоставимы. У пациентов первой группы ширина альвеолярного гребня в зоне предполагаемой реконструкции находилась в диапазоне от 2,0 до 3,5 мм при сохранной высоте, составлявшей от 10,0 до 15,0 мм. У пациентов второй группы исходные показатели ширины также не превышали критических значений и варьировали от 2,2 до 3,8 мм. Таким образом, все включенные в исследование пациенты имели выраженный дефицит альвеолярной кости в трансверсальной плоскости, что являлось безусловным показанием к проведению реконструктивного вмешательства перед дентальной имплантацией.

При контрольном обследовании пациентов первой группы через 6 месяцев после операции выявлена неоднородность полученных результатов. Хороший результат, характеризовавшийся полной остеоинтеграцией

трансплантата без снижения его плотности и без уменьшения исходной толщины, зафиксирован у 50% пациентов. На компьютерных томограммах этих пациентов определялась четкая структура костной ткани в зоне реконструкции, визуализировалась однородная плотность как кортикальной пластинки, так и губчатого вещества, признаки резорбции или фрагментации отсутствовали.

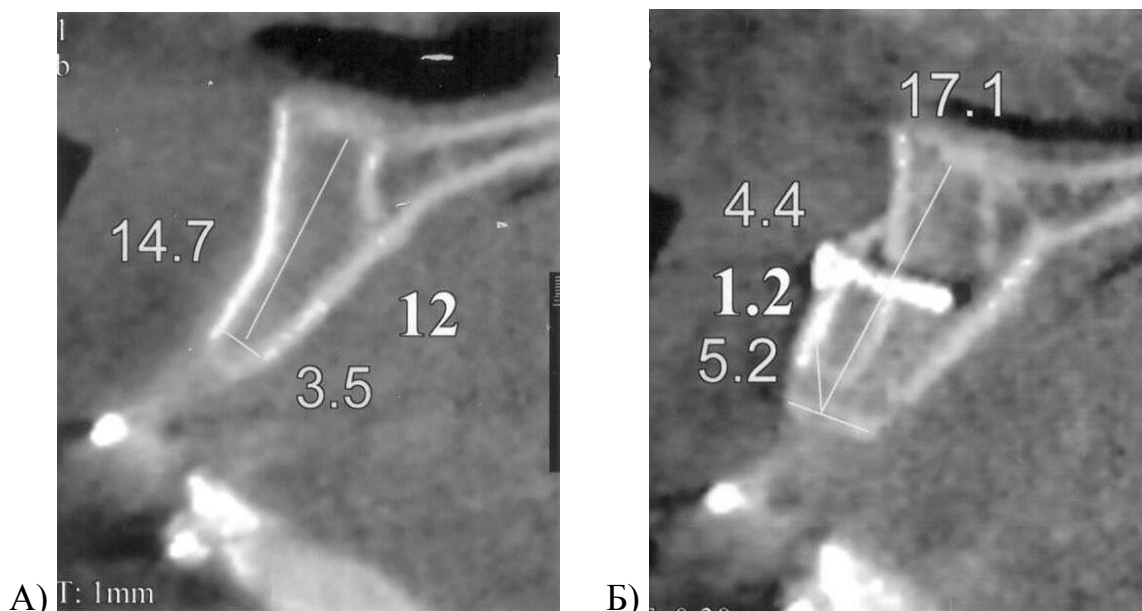


Рисунок 3.1.1. КЛКТ пациента К. Через шесть месяцев после выполнения винирной аутокостной пластики зафиксирован хороший результат. На снимке в области зуба 1.2 до операции (А) определялась высота альвеолярного отростка более 14 мм при ширине 3,5 мм. Кортикальный слой был четко дифференцирован на всем протяжении, а губчатое вещество имело однородную плотность. После проведения пластики (Б) линейные размеры отростка сохранены, плотность кортикальной пластинки и губчатого вещества не изменилась. Аутотрансплантат демонстрирует хорошую минерализацию, его толщина полностью сохранена. Структура альвеолярного гребня вокруг фиксирующего винта без изменений.

Представленный клинический случай наглядно демонстрирует, что при благоприятных условиях интеграции, когда достигается плотный контакт между аутотрансплантатом и ложем и обеспечивается адекватная васкуляризация, аутотрансплантат способен полностью сохранить свой объем и структурную целостность. Отсутствие каких-либо признаков разрежения альвеолярной костной ткани свидетельствует о том, что процессы ремоделирования протекали по пути прямой перестройки блока без фазы значительной резорбции, что является оптимальным сценарием репаративного остеогенеза.

У 33,3% пациентов первой группы результат был расценен как удовлетворительный. В этих наблюдениях отмечалось умеренное снижение плотности аутотрансплантата (до 50% от исходной) и/или умеренное уменьшение его толщины (также в пределах 50%). На томограммах визуализировалось разрежение костной структуры, фрагментация компактной пластинки, преимущественно в верхушечных отделах реконструированного участка, с незначительной утратой высоты гребня.

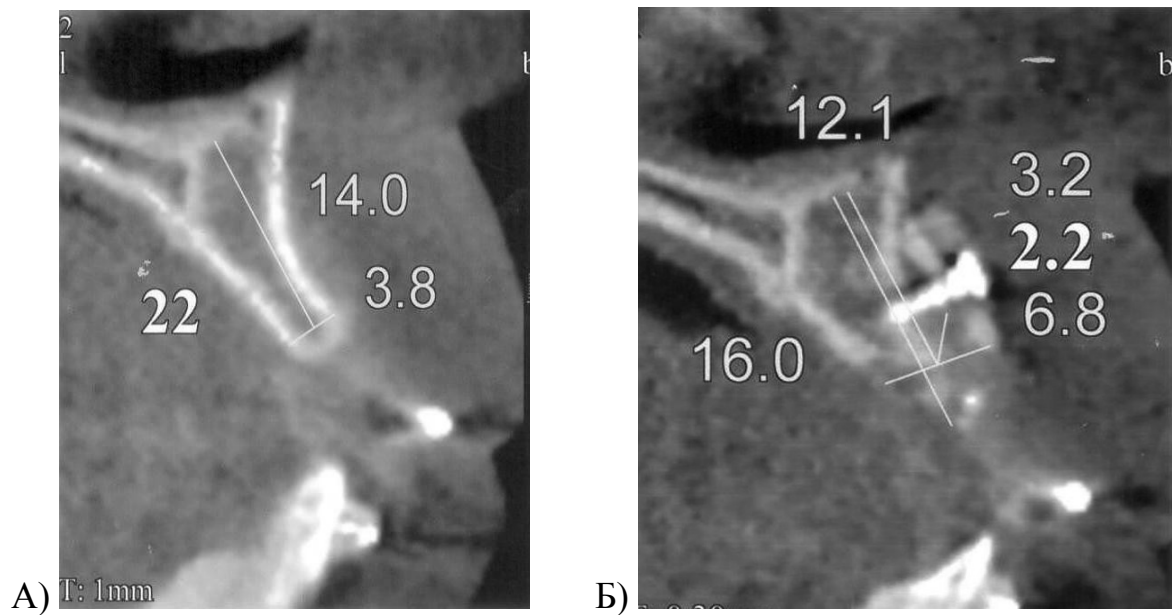


Рисунок 3.1.2. КЛКТ пациента К. Через полгода после аутокостной пластики отмечен удовлетворительный результат. В области зуба 2.2 до вмешательства (А) высота альвеолярного отростка превышала 14 мм, ширина составляла 3,8 мм. Кортикальный слой был хорошо выражен, губчатое вещество однородно. После операции (Б) наблюдается разрежение костной структуры и фрагментация компактной пластинки в верхушечной части отростка с уменьшением его высоты на 2-3 мм. Отмечается резорбция кортикальной пластинки аутотрансплантата, хотя его толщина сохранилась в полном объеме. Структура альвеолярного гребня в зоне фиксирующего винта не изменена.

Данная рентгенологическая картина отражает процесс частичной резорбции трансплантата, характерный для ситуаций, когда реваскуляризация его центральных и верхушечных отделов протекает недостаточно быстро. Периферические зоны блока, находящиеся в непосредственном контакте с мягкими тканями или костным ложем по краям, сохраняют жизнеспособность и участвуют в остеогенезе, тогда как центральная часть, испытывающая дефицит кровоснабжения, подвергается асептическому некрозу и последующему замещению, что сопровождается временным снижением плотности и незначительной утратой объема. Тем не менее, достигнутый в итоге объем кости

остается достаточным для планирования имплантации, что позволяет считать результат удовлетворительным.

У 16,6% пациентов первой группы результаты оказались условно удовлетворительными. Данная категория включала случаи со значительным снижением плотности трансплантата (более 50% от исходной) и/или выраженным уменьшением его толщины (более 50%). В эту же группу вошли наблюдения с убылью костной ткани вокруг фиксирующего винта, что является косвенным признаком нестабильности костного блока в процессе ремоделирования, а также единичный случай полной резорбции костного трансплантата.

Полная резорбция блока, представленная на рисунке 3.1.3, является наиболее неблагоприятным исходом и свидетельствует о полном отсутствии интеграции. Вероятно, в данном случае не удалось достичь первичной стабильности и необходимого контакта между поверхностями трансплантата и реципиентной зоны, что привело к тому, что трансплантат выполнял роль секвестра и был полностью утилизирован. Случай, представленный на рисунке 3.1.4, демонстрирует иную проблему: несмотря на сохранность самого блока, вокруг фиксирующего винта развилась резорбция, что может указывать на локальное воспаление, связанное с микроподвижностью винта, либо на избыточное давление на костную ткань. Подобные изменения, хотя и не затрагивают напрямую объем трансплантата, создают риск для последующей установки имплантата в непосредственной близости от зоны разреза.

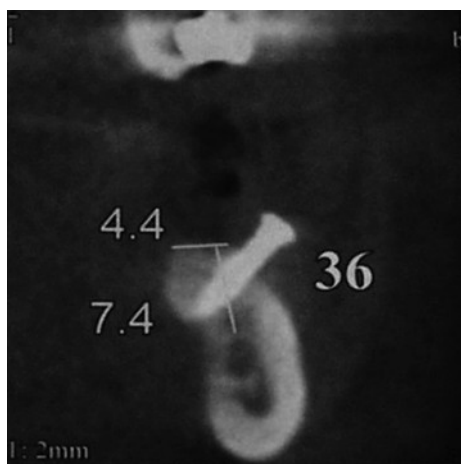


Рисунок 3.1.3. КЛКТ пациента М. По истечении шести месяцев после

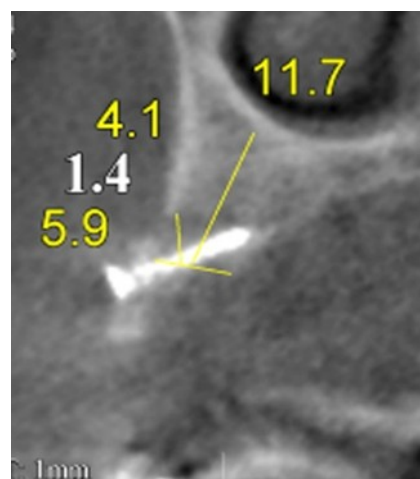


Рисунок 3.1.4. КЛКТ пациента К. Спустя шесть месяцев после аутокостной пластики

аутокостной пластики констатирован неудовлетворительный результат. В области зуба 3.6 выявлена полная резорбция костного аутоотрансплантата. При этом структура альвеолярного гребня, окружающая фиксирующий винт, остается без изменений.

результат оценивается как условно удовлетворительный. В области зуба 1.4 аутоотрансплантат хорошо минерализован, его толщина полностью сохранена. В альвеолярном гребне верхней челюсти обнаруживается разрежение костной структуры вокруг фиксирующего винта.

Столь высокий процент условно удовлетворительных исходов в первой группе (16,6%) и значительная доля удовлетворительных результатов (33,3%) убедительно свидетельствуют о том, что стандартная техника фиксации аутокостного блока не гарантирует прогнозируемого исхода. Основной причиной неоптимальных результатов является недостаточно быстрое и полноценное прорастание сосудов из реципиентного ложа в толщу аутоотрансплантата. Плотный кортикальный слой, сохраняющийся на контактных поверхностях как блока, так и ложа, служит механическим барьером для ангиогенеза. Прорастание капилляров возможно лишь по периферии зоны контакта, что оказывается недостаточным для питания центральных отделов кортикального блока, особенно если его размеры превышают несколько миллиметров.

С учетом выявленных недостатков стандартной методики нами была предложена и внедрена в клиническую практику модифицированная техника, направленная на улучшение условий для васкуляризации аутоотрансплантата. Основной принцип заключается в заборе минимального количества костной ткани трансплантата при максимально точной подготовке реципиентской зоны, что и позволяет значительно снизить риск резорбции цилиндрического трансплантата за счет его точной адаптации. Основным отличием модифицированного протокола стало максимально точное припасовка трансплантата при максимально точной подготовке реципиентской зоны и обязательное проведение сквозной остеоперфорации после жесткой фиксации блока. С помощью тонкого фиссурного бора Линдемана на глубину 3–4 мм создавались множественные (остеоперфорации) каналы, пронизывающие как кортикальную пластинку фиксированного трансплантата, так и подлежащий кортикальный слой реципиентного ложа.

Анализ результатов, полученных во второй группе пациентов (n=24), прооперированных по модифицированному протоколу, продемонстрировал существенное улучшение исходов. Хороший результат, характеризующийся полной интеграцией и сохранением объема, достигнут у подавляющего большинства пациентов – 91,7%. Удовлетворительный результат (умеренная резорбция или снижение плотности в пределах 50%) зафиксирован лишь у 8,3% пациентов. Важно отметить, что случаев условно удовлетворительного результата (значительная резорбция, потеря объема более 50%, разрежение вокруг винтов) во второй группе не наблюдалось. Сравнительный анализ эффективности стандартной и модифицированной техник представлен в таблице 3.1.1.

Представленные в таблице данные убедительно демонстрируют преимущество модифицированной методики. Доля хороших результатов в группе 2 (усовершенствованная техника) в 1,83 раза превышает аналогичный показатель в группе 1. Столь значительное улучшение исходов не может быть объяснено случайными факторами и напрямую связано с изменением хирургической техники. Создание сквозных перфорационных каналов и точной адаптация кардинально меняет условия реваскуляризации аутооттрансплантата. Каналы служат прямыми путями для миграции мезенхимальных клеток и прорастания капилляров из сосудистого русла реципиентной зоны непосредственно вглубь костного блока. В результате процесс остеогенеза запускается не только по периферии, но и во внутренних отделах трансплантата, что предотвращает его ишемический некроз и последующую резорбцию.

Табл. 3.1.1. Эффективность применения различных видов аутокостной пластики.

Полученный результат	Группа 1 (%)	Группа 2 (%)
Хороший	50	91,7
Удовлетворительный	33,3	8,3
Условно удовлетворительный	16,6	0
ИТОГО:	100	100

Полное отсутствие условно удовлетворительных результатов во второй группе (усовершенствованный метод) является особенно важным клиническим достижением. Это означает, что применение модифицированной методики позволяет свести к минимуму риск несостоятельности реконструкции и гарантировать пациенту получение достаточного объема кости для последующей имплантации. Даже в тех 8,3% случаев, которые были отнесены к удовлетворительным, степень резорбции была минимальной и не создавала препятствий для установки имплантатов.

В I группе (аутокостная пластика с помощью костных блоков) 26 пациентам, установлено 42 имплантата.

Динамика резорбции альвеолярной кости по высоте в области имплантатов оценивалась через 6 и 12 месяцев после установки имплантатов. Результаты для каждой группы представлены в таблице 3.1.2.

Анализ динамики резорбции в каждой группе. В I группе через 6 месяцев после установки имплантатов отсутствие резорбции зарегистрировано у 3 имплантатов (7,1%). Начальные признаки (менее 0,5 мм) преобладали и составили 42,9% (18 имплантатов), умеренно выраженная резорбция выявлена у 40,5% (17 имплантатов). Выраженная и резко выраженная резорбция встречались редко – 7,1% и 2,4% соответственно. К 12 месяцам картина существенно изменилась: отсутствие резорбции не наблюдалось ни у одного имплантата, доля начальных признаков снизилась до 31,0% (13 имплантатов), тогда как доля умеренно выраженной резорбции возросла до 59,5% (25 имплантатов). Показатели выраженной и резко выраженной резорбции остались без изменений – 7,1% и 2,4% соответственно. Таким образом, в I группе за период с 6 по 12 месяцев произошёл переход 5 имплантатов из категории начальной резорбции в категорию умеренной, что свидетельствует о постепенном, но неуклонном прогрессировании резорбции в условиях аутокостной пластики стандартными костными блоками.

Таблица 3.1.2. Изменение резорбции альвеолярной костной ткани по высоте в области

имплантатов у пациентов I группы (m = 42)

Степень резорбции альвеолярной костной ткани (мм)		Период наблюдения			
		6 месяцев		12 месяцев	
Выраженность признака	Мм	Абс.	%	Абс	%
Отсутствует	0 мм	3	(7,1%)	0	(0,0%)
Начальные признаки	менее 0,5 мм	18	(42,9%)	13	(31,0%)
Умеренно выраженная	от 0,6 до 1,0 мм	17	(40,5%)	25	(59,5%)
Выраженная	от 1,1 до 1,5 мм	3	(7,1%)	3	(7,1%)
Резко выраженная	более 1,6 мм	1	(2,4%)	1	(2,4%)
ВСЕГО:		42	(100%)	42	(100%)

Во II группе 24 пациента установлено 48 имплантатов. Во II группе через 6 месяцев отсутствие резорбции отмечено у 3 имплантатов (6,25%), начальные признаки – у 24 имплантатов (50,0%), что является максимальным значением среди всех групп. Умеренно выраженная резорбция зафиксирована у 17 имплантатов (35,4%), выраженная и резко выраженная – у 3 (6,25%) и 1 (2,1%) соответственно. К 12 месяцам отсутствие резорбции также не регистрировалось. Доля начальных признаков снизилась незначительно – до 48,0% (23 имплантата), умеренно выраженная резорбция увеличилась до 45,8% (22 имплантата). Выраженная и резко выраженная резорбция остались на прежнем уровне – 6,25% и 2,1%. Обращает на себя внимание тот факт, что во II группе, несмотря на модифицированную методику аутокостной пластики с перфорацией и использованием Transfer Control, доля имплантатов с начальными признаками резорбции через 12 месяцев оставалась очень высокой (48,0%), что статистически значимо выше, чем в III и IV группах ($p < 0,05$). Лишь 1 имплантат перешёл из начальной категории в умеренную за второе полугодие, что может указывать на замедленные темпы ремоделирования и более длительное сохранение минимальной резорбции при данном виде аугментации (**таблица 3.1.3**).

Таблица 3.1.3. Изменение резорбции альвеолярной костной ткани по высоте в области имплантатов у пациентов II группы (m = 48)

Степень резорбции альвеолярной костной ткани (мм)		Период наблюдения			
		6 месяцев		12 месяцев	
Выраженность признака	Мм	Абс.	%	Абс	%

Отсутствует	0 мм	3	(6,25%)	0	(0,0%)
Начальные признаки	менее 0,5 мм	24	(50,0%)	23	(48,0%)
Умеренно выраженная	от 0,6 до 1,0 мм	17	(35,4%)	22	(45,8%)
Выраженная	от 1,1 до 1,5 мм	3	(6,25%)	3	(6,25%)
Резко выраженная	более 1,6 мм	1	(2,1%)	1	(2,1%)
ВСЕГО:		48	(100%)	48	(100%)

На основании представленных данных таблиц 2 и 3, ретроспективный анализ динамики краевой резорбции альвеолярной кости в группах I и II позволяет выявить не только общие закономерности репаративного remodelирования трансплантатов, но и принципиальные различия в течении этого процесса, обусловленные модификацией хирургической техники. Обе группы, объединенные использованием аутокостных монокортикальных блоков, демонстрируют отчетливую тенденцию к прогрессированию резорбции в интервале от 6 до 12 месяцев, однако скорость и характер этих изменений существенно разнятся.

В первой группе, где применялась стандартная методика фиксации аутооттрансплантата, динамика резорбции характеризуется поступательным и неуклонным переходом большего числа дентальных имплантатов из категории с начальными признаками в категорию с умеренно выраженной убылью костной ткани. Так, если через полгода наблюдения доля имплантатов с резорбцией менее 0,5 мм составляла 42,9%, то к 12 месяцам она сокращается до 31,0%, при этом зеркально возрастает доля случаев с резорбцией 0,6–1,0 мм с 40,5% до 59,5%. Важно подчеркнуть, что данная трансформация не сопровождается увеличением частоты выраженной (1,1–1,5 мм) или резко выраженной (более 1,6 мм) резорбции, показатели которой остаются стабильными на уровне 7,1% и 2,4% соответственно. Это свидетельствует о том, что в I группе процесс потери высоты костной ткани носит характер постепенной, равномерно протекающей перестройки трансплантата, затрагивающей преимущественно те имплантаты, которые изначально демонстрировали минимальную резорбцию, и в целом укладывается в клинически приемлемые рамки, не достигая критических значений.

Во второй группе, где хирургический протокол был дополнен максимально точной припасовке костного трансплантата при подготовке реципиентской зоны и сквозной остеоперфорацией фиксированного блока и подлежащего костного ложа, картина резорбции качественно иная. Исходно, через 6 месяцев, в этой группе регистрируется наиболее высокая доля имплантатов с начальными признаками резорбции (50,0%) среди всех анализируемых групп, что парадоксально на первый взгляд, учитывая предназначение модифицированной техники. Однако, по-видимому, эта особенность отражает не недостаток метода, а иной, более медленный, но физиологичный сценарий ремоделирования: обеспеченная перфорацией васкуляризация и остеогенез, вероятно, протекают в более глубоких слоях трансплантата и контактной зоне, тогда как поверхностные отделы кортикальной пластинки, непосредственно прилегающие к шейке имплантата, подвергаются закономерной физиологической резорбции, что и находит отражение в рентгенологической картине. Динамика к 12 месяцам в этой группе демонстрирует исключительную стабильность процесса: доля имплантатов с начальной резорбцией уменьшается лишь на 2,0% (с 50,0% до 48,0%), а доля умеренной увеличивается на 10,4% (с 35,4% до 45,8%). Переход из одной категории в другую зафиксирован лишь для одного имплантата

Данный факт принципиально отличает вторую группу от первой, где за аналогичный период произошел переход 5 имплантатов, и указывает на кардинально иной темп репаративных процессов. Иными словами, модифицированная остеоперфорация приводит к тому, что начальные, минимальные потери высоты кости, зафиксированные у половины имплантатов на сроке 6 месяцев, практически не прогрессируют в последующее полугодие. Это позволяет предположить, что созданные перфорационные каналы обеспечивают не только более активную, но и более раннюю васкуляризацию глубоких слоев аутооттрансплантата, тем самым купируя процесс резорбции в его наиболее активной фазе, которая при стандартной технике растягивается на значительно более длительный срок.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ динамики резорбции в первой и второй группах позволяет сформулировать ключевой вывод: стандартная аутокостная пластика характеризуется медленным, но неуклонным прогрессированием резорбции, вовлекающим все большее число имплантатов из категории минимальной убыли в категорию умеренной потери костной ткани к 12 месяцам. Напротив, модифицированная методика со сквозной остеоперфорацией и точной адаптацией, хотя и ассоциируется с более высоким процентом начальных признаков резорбции в раннем послеоперационном периоде, демонстрирует их исключительную стабильность во времени, что указывает на эффективное предотвращение дальнейшего распространения резорбтивного процесса. Следовательно, остеоперфорация обеспечивает не столько количественное уменьшение объема резорбции в абсолютных цифрах, сколько качественное изменение самого ремоделирования, переводя его в более контролируемое и завершенное русло, и в конечном итоге способствует прогнозируемой и стабильной минерализации костного регенерата в отдаленные сроки.

Клинический пример:

Пациент Т. наглядно иллюстрирует эффективность модифицированного метода и позволяет проследить все этапы реконструкции. Пациент обратился с жалобами на отсутствие зубов 2.1 и 2.2 и эстетический дефект вследствие травмы, произошедшей тремя годами ранее. При осмотре полости рта в области отсутствующих зубов определялся выраженный вестибулярный дефект костной ткани и рубцовые изменения слизистой оболочки.

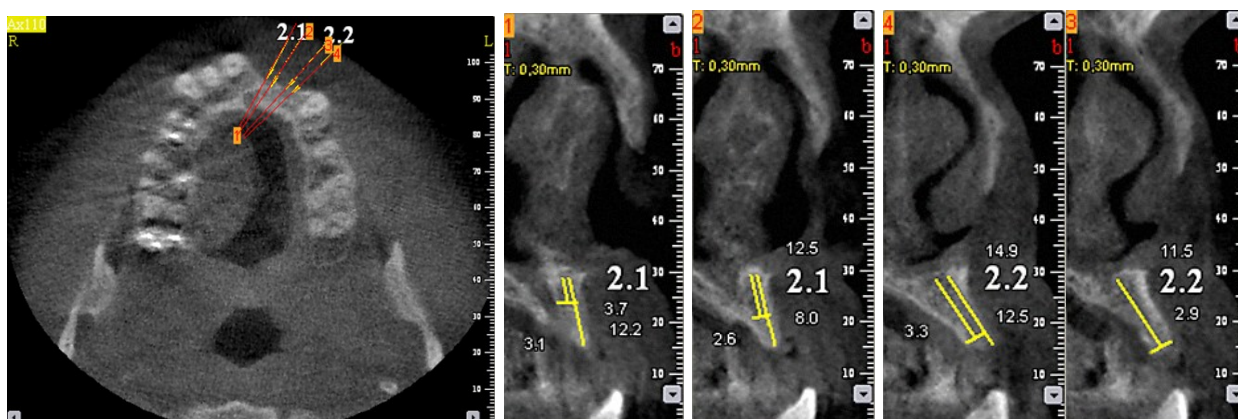


Рисунок 3.1.5. КЛКТ исходная ширина альвеолярной части верхней челюсти.

До обращения пациент пользовался съемной ортопедической конструкцией, однако его неудовлетворительная фиксация и эстетические характеристики послужили причиной обращения за стоматологической реабилитацией с опорой на имплантаты. Для оценки объема костной ткани была выполнена конусно-лучевая компьютерная томография.

На основании клинических и рентгенологических данных пациенту был предложен план лечения, включавший реконструкцию альвеолярной кости в трансверсальной плоскости с последующей отсроченной дентальной имплантацией. В качестве метода реконструкции выбрана аутокостная пластика с использованием цилиндрических аутокостных блоков. Под инфильтрационной анестезией в области отсутствующих зубов выполнен трапецевидный разрез, отслоен слизисто-надкостничный лоскут. Вторым этапом, под проводниковой анестезией, произведен доступ к наружной косой линии нижней челюсти для забора трансплантатов.

В реципиентной зоне после обнажения атрофированного участка альвеолярной кости была проведена подготовка ложа. С помощью горизонтальной цилиндрической фрезы и тонкого фиссурного бора выполнены реконтурировка поверхности и сквозная остеоперфорация кортикальной пластинки ложа для создания каналов, сообщающихся с костномозговым пространством. Ауотрансплантаты были точно адаптированы к дефекту и плотно зафиксированы мини-винтами. Ключевым этапом модифицированной методики стала сквозная остеоперфорация, выполненная после фиксации.



Рисунок 3.1.6. Исходная клиническая



Рисунок 3.1.7. Забор костного

картина в полости рта.



Рисунок 3.1.8. Выделенный цилиндрический костный трансплантат.

трансплантата трепаном

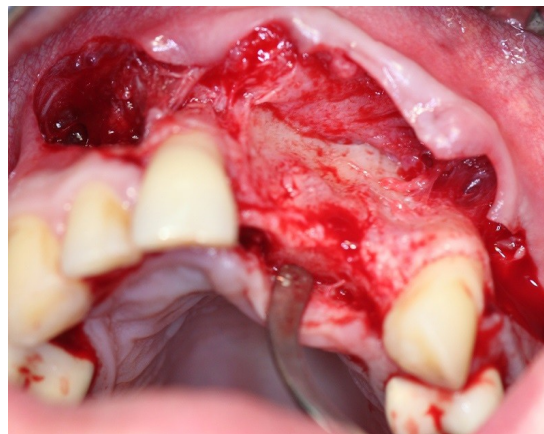


Рисунок 3.1.9. Зона реконструкции, атрофированный участок альвеолярной кости.



Рисунок 3.1.10. Дефект в донорской зоне после забора трансплантата

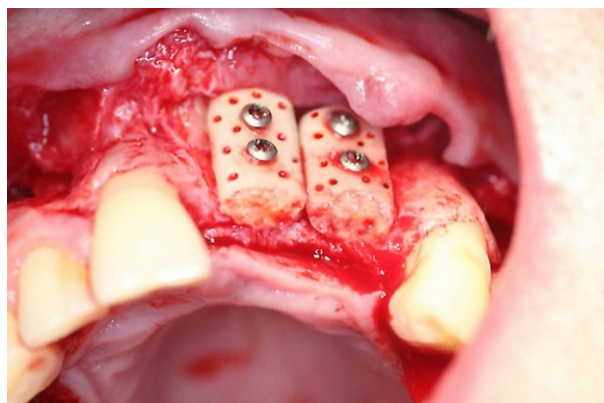


Рисунок 3.1.11. Трансплантаты точно адаптированы в атрофированном участке альвеолярной кости, произведена сквозная остеоперфорация.

Для заполнения микропространств между блоками, а также вокруг них и непосредственно в перфорационные каналы был уложен остеопластический материал «Cerabone». Использование ксеногенного материала преследовало две цели: во-первых, заполнить пустоты и предотвратить врастание соединительной ткани, а во-вторых, гранулы, попадая в перфорационные каналы, служат дополнительным остеокондуктивным каркасом, направляющим рост костной ткани из глубины ложа к поверхности блока.

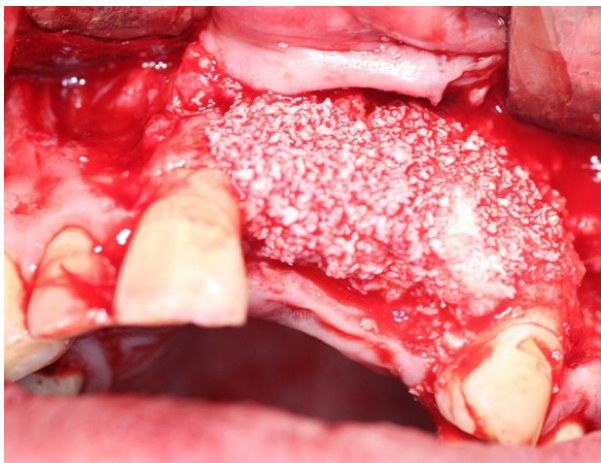


Рисунок 3.1.12. Поверх трансплантатов уложен остеопластический материал "Cerabone".



Рисунок 3.1.13. Установлена биорезорбируемая мембрана "Jason" (Германия).

Для защиты костно-пластического материала и трансплантатов от прорастания эпителия и соединительной ткани из окружающих мягких тканей область реконструкции была укрыта биорезорбируемой коллагеновой мембраной. Мембрана выполняет барьерную функцию, создавая изолированное пространство, в котором беспрепятственно протекает остеогенез.

Рана была ушита после тщательной мобилизации слизисто-надкостничных лоскутов. Швы сняты на десятые сутки после операции, послеоперационный период протекал без осложнений. Через шесть месяцев, перед планированием этапа имплантации, пациенту была выполнена контрольная КЛКТ.

Полученные данные демонстрируют полную сохранность структуры и объема альвеолярного отростка. Аутоотрансплантат, взятый из кортикальной пластинки, сохранил свою толщину и характеризуется однородной высокой плотностью. На всем протяжении граница между трансплантатом и альвеолярным отростком является нечеткой, что свидетельствует о процессе перехода костных балок и успешной остеоинтеграции.



Рисунок 3.1.14. Результаты КЛКТ-пациента через 6 месяцев после аутокостной пластики в области 2.1, 2.2.

Компьютерная томограмма, представленная на рисунке 3.1.14, является объективным подтверждением эффективности модифицированной методики. Отсутствие границы между костным блоком и нативной костью, однородная плотность и полное сохранение толщины – все это признаки состоявшейся полноценной интеграции. Созданные полгода назад перфорационные каналы выполнили свою функцию, обеспечив реваскуляризацию блока изнутри, что позволило ему органично влиться в костную ткань челюсти.

На основании положительных данных КЛКТ пациенту был проведен второй хирургический этап – установка дентальных имплантатов. После разреза слизистой и отслаивания лоскута визуализировалась плотная костная ткань регенерированной зоны.

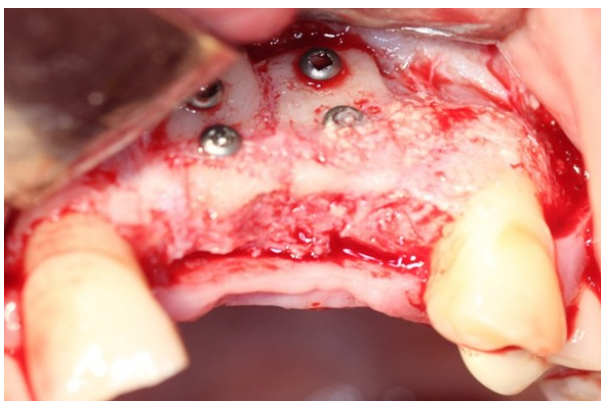


Рисунок 3.1.15. Состояние костных трансплантатов через 6 месяцев.



Рисунок 3.1.16. Удаление фиксирующих винтов.

С использованием хирургического шаблона и направляющих пинов

было сформировано имплантационное ложе. Контроль параллельности пинов позволил обеспечить правильное взаиморасположение будущих имплантатов.

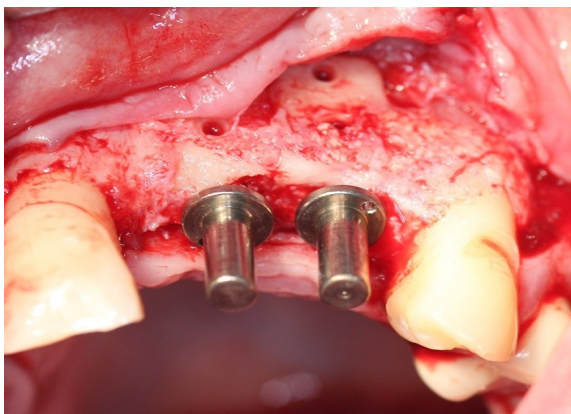


Рисунок 3.1.17. Установлены направляющие пины для определения параллельности при формировании костного ложа для имплантатов.

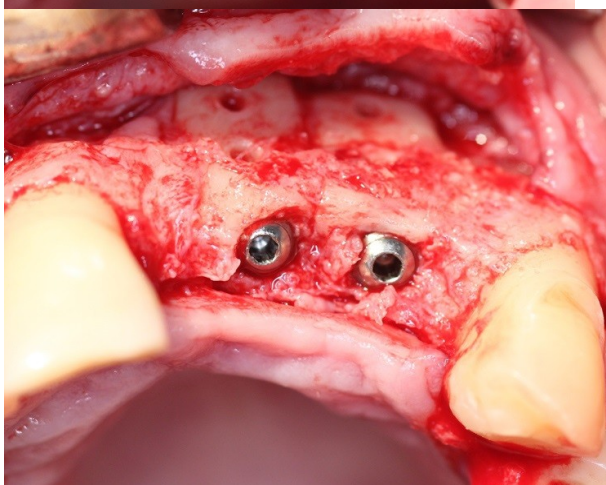


Рисунок 3.1.18. Установленные дентальные имплантаты.

В сформированное ложе были установлены два имплантата системы «Astra-tech» размером 4,0×13 мм. Имплантаты обладали высокой первичной стабильностью, что подтверждает высокое качество и достаточную плотность сформированной костной ткани.

Завершающим этапом лечения стало изготовление и фиксация металлокерамической ортопедической конструкции. Достигнут удовлетворительный функциональный и эстетический результат, восстановлена целостность зубного ряда.





Рисунок 3.1.19. Второй этап дентальной имплантации.

Рисунок 3.1.20. Ортопедическая конструкция в полости рта.

Таким образом, результаты проведенного исследования убедительно демонстрируют, что применение модифицированной методики аутокостной пластики со сквозной остеоперфорацией позволяет достичь полноценной интеграции трансплантата в 91,7% случаев, что значительно превосходит эффективность стандартной техники. Создание множественных остеоперфораций для васкуляризации является простым, но высокоэффективным способом улучшения условий репаративного остеогенеза и обеспечения стабильного и прогнозируемого результата реконструкции. Представленный клинический пример иллюстрирует все этапы предлагаемого подхода и подтверждает его клиническую состоятельность.

Совокупность полученных данных позволяет заключить, что ключевым фактором, определяющим исход аутокостной пластики, является не столько источник и размер трансплантата, сколько качество его сосудистой интеграции с реципиентным ложем и точная адаптация. Применение стандартной техники сопровождается высокой вариабельностью результатов: доля хороших исходов составляет лишь 50%, а в каждом шестом наблюдении (16,6%) развивается клинически значимая резорбция, ставящая под сомнение возможность последующей имплантации или требующая повторной аугментации. Модифицированная методика, напротив, обеспечивает принципиально иной уровень прогнозируемости: практически полное отсутствие значимой резорбции (0% условно удовлетворительных результатов) и максимальное сохранение первоначального объема альвеолярной кости, что создает необходимые условия для установки

детальных имплантатов в оптимальные позиции с точки зрения ортопедического лечения и обеспечивает их надежную первичную стабильность, что и было подтверждено на завершающем этапе лечения в представленном клиническом случае. Следовательно, включение сквозной остеоперфорации в протокол операции следует рассматривать не как факультативный прием, а как обязательный компонент хирургического вмешательства, направленного на восстановление ширины альвеолярного гребня с использованием монокортикальных костных блоков.

Проведённое сравнительное исследование двух методик аутокостной пластики монокортикальными блоками у 50 пациентов с трансверзальной атрофией альвеолярной кости позволило установить, что модифицированная техника со сквозной остеоперфорацией фиксированного трансплантата и реципиентного ложа демонстрирует значимо более высокую эффективность по сравнению со стандартным протоколом. Доля хороших рентгеноморфологических результатов, характеризующихся полной остеоинтеграцией без снижения плотности и уменьшения объёма трансплантата, в группе модифицированной методики составила 91,7%, что в 1,83 раза превышает аналогичный показатель в группе стандартной техники (50,0%). При этом в группе с остеоперфорацией полностью отсутствовали случаи клинически значимой резорбции (0% условно удовлетворительных результатов), тогда как при стандартной методике выраженная резорбция с потерей более 50% объёма трансплантата или разрежением вокруг фиксирующих винтов наблюдалась у 16,6% пациентов. Установлено, что ключевым патофизиологическим механизмом, определяющим исход реконструкции, является качество сосудистой интеграции трансплантата с реципиентным ложем. Создание множественных сквозных каналов обеспечивает миграцию мезенхимальных клеток и прорастание капилляров непосредственно из костномозговых пространств принимающей зоны во внутренние отделы кортикального блока, предотвращая развитие асептического некроза и последующей резорбции. Представленный клинический случай с установкой двух имплантатов системы «Astra-tech»

размером 4,0×13 мм подтвердил высокое качество сформированной костной ткани, что проявилось в достижении удовлетворительной первичной стабильности имплантатов и последующем успешном функциональном и эстетическом результате ортопедического лечения. Таким образом, включение сквозной остеоперфорации в протокол аутокостной пластики монокортикальными блоками следует рассматривать не как факультативный приём, а как обязательный компонент хирургического вмешательства, направленный на повышение прогнозируемости реконструкции и обеспечение стабильного объёма костной ткани для последующей дентальной имплантации.

3.2. Результаты межкортикальной остеотомии с отсроченной имплантацией

В данном разделе представлены результаты клинικο-рентгенологической оценки эффективности метода межкортикальной остеотомии с последующей отсроченной установкой дентальных имплантатов у пациентов с исходным дефицитом ширины альвеолярной кости. Анализировались непосредственные и отдалённые результаты хирургического вмешательства, включая динамику увеличения ширины костного гребня непосредственно после остеотомии, стабилизацию достигнутых параметров через 6 месяцев, а также частоту и характер рентгенологических признаков репаративного ремоделирования костной ткани в зоне реконструкции. Показаниями к применению данной методики служили критический дефицит трансверзального размера альвеолярной кости при сохранённой её высоте, что позволяло выполнить управляемое смещение вестибулярного кортикального фрагмента с последующим заполнением межкортикального пространства остеопластическим материалом.

В исследование было включено 24 пациента (15 мужчин и 9 женщин) с дефицитом ширины альвеолярной кости, величина которой находилась в диапазоне от 3,5 до 4,0 мм. и составляя в среднем $3,6 \pm 0,1$ мм. Критерием для выполнения межкортикальной остеотомии послужила минимальная толщина

альвеолярной кости не менее 3,5 мм, поскольку ширина распила, выполняемого ультразвуковым скальпелем, составляет 1,0 мм, и проведение вмешательства при меньших значениях сопряжено с высоким риском неконтролируемого перелома или ишемического некроза мобилизуемого фрагмента. Толщина вестибулярной кортикальной пластины во всех случаях превышала не превышала 1,5 мм, что является необходимым условием для сохранения ее жизнеспособности после мобилизации и смещения. Дентальная имплантация у всех пациентов проводилась отсроченно, через 6 месяцев после остеотомии.

Таким образом, исходные анатомические характеристики исследуемой группы соответствовали показаниям для выполнения межкортикальной остеотомии.

Динамика состояния костной ткани в период от момента операции до установки имплантатов (6 месяцев) имела характерные КЛКТ-признаки. У 70% пациентов в указанный срок визуализировалась зона остеотомии наружной кортикальной пластины в виде полосы разрежения костной структуры (линия распила) либо в виде угловой или ступенчатой деформации кортикального слоя при его минимальном смещении. У 22 пациентов (91,7%) в смещенном фрагменте кортикальной пластины наблюдались признаки остеопороза: визуальное снижение плотности и нечеткость контуров. Одновременно отмечалось увеличение толщины наружной кортикальной пластины, вероятно, обусловленное ассимиляцией травмированной надкостницы и формированием нового кортикального слоя. Плотность губчатого вещества в зоне вмешательства увеличилась у 19 пациентов (79,2%), что указывает на начало формирования костной ткани вокруг гранул остеопластического материала.

В результате проведенной операции у всех 24 пациентов (100%) было достигнуто достаточное расширение альвеолярной кости непосредственно после вмешательства (до $6,8 \pm 0,1$ мм) для последующей имплантации. Кроме того, у 15 пациентов (62,5%) с исходно выраженным язычным наклоном

альвеолярной части нижней челюсти удалось скорректировать положение ее вертикальной оси.

На этапах лечения у всех пациентов III группы проводили инструментальное измерение параметра «ширина альвеолярной кости» в области выполнения костнопластической операции и последующей дентальной имплантации (табл. 3.2.1).

Как следует из таблицы 3.2.1, непосредственно сразу после выполнения межкортикальной остеотомии ширина альвеолярной кости увеличилась в среднем на $3,9 \pm 0,2$ мм по сравнению с исходной. Анализ средних значений параметра «ширина» костной ткани к моменту дентальной имплантации (через 6 месяцев после выполнения межкортикальной остеотомии) показал, что во III группе определяется уменьшение показателей по сравнению с приростом, полученным сразу после операции. Наблюдалась резорбция альвеолярной кости 12%. Следует подчеркнуть, что выявленную степень резорбции следует всегда учитывать при выполнении межкортикальной остеотомии.

Таблица 3.2.1. Динамика значений параметра «ширина костной ткани» после выполнения межкортикальной остеотомии (III группы пациентов)

Вид операции	Исходная ширина альвеолярной кости, мм	Ширина костной ткани после костнопластической операции, мм	Ширина костной ткани через 6 мес на I этапе дентальной имплантации, мм	Ширина костной ткани через 12 мес на II этапе дентальной имплантации, мм
межкортикальная остеотомия N = 24	$3,6 \pm 0,2$ мм	$7,2 \pm 0,3$ мм	$6,6 \pm 0,2$ мм	$5,9 \pm 0,3$ мм

Примечание: различия имеют статистическую значимость ($p < 0,05$).

Для иллюстрации описанных закономерностей и оценки клинической эффективности метода в реальных условиях целесообразно представить конкретное наблюдение. Ниже приводятся клинические примеры, демонстрирующий этапы хирургического лечения, динамику рентгенологической картины и достигнутые результаты у пациентов, перенесших межкортикальную остеотомию с отсроченной установкой дентальных имплантатов.

Клинический случай. Пациентка Я., 1967 года рождения, предъявляла жалобы на отсутствие жевательных зубов на нижней челюсти слева и болезненные ощущения при пользовании съемной ортопедической конструкцией. Установлен диагноз: частичная вторичная адентия, концевой дефект зубного ряда нижней челюсти в области зубов 3.5, 3.6 и 3.7.

При анализе КЛКТ (Рисунок 3.2.1) выявлено: в области зуба 3.4 отмечается пломбирование корневого канала за верхушку с наличием периапикальных изменений, что потребовало предварительного лечения. В зоне отсутствующих зубов 3.5–3.7 высота альвеолярной кости варьировала от 7 до 10 мм, однако ширина была критически мала: в области 3.5 она составляла 4,5 мм в средней трети и менее 3,5 мм у вершины гребня. Толщина вестибулярной кортикальной пластинки здесь оценивалась как достаточная (1,5–2,0 мм) при ее высокой плотности. В области 3.6 и 3.7 визуализировался выраженный язычный наклон вертикальной оси альвеолярной кости, что является следствием атрофии с вестибулярной стороны и усугубляет функциональный дефицит костной ткани. Данная картина служит прямым показанием к межкортикальной остеотомии с целью не только расширения, но и коррекции пространственной ориентации альвеолярного гребня.

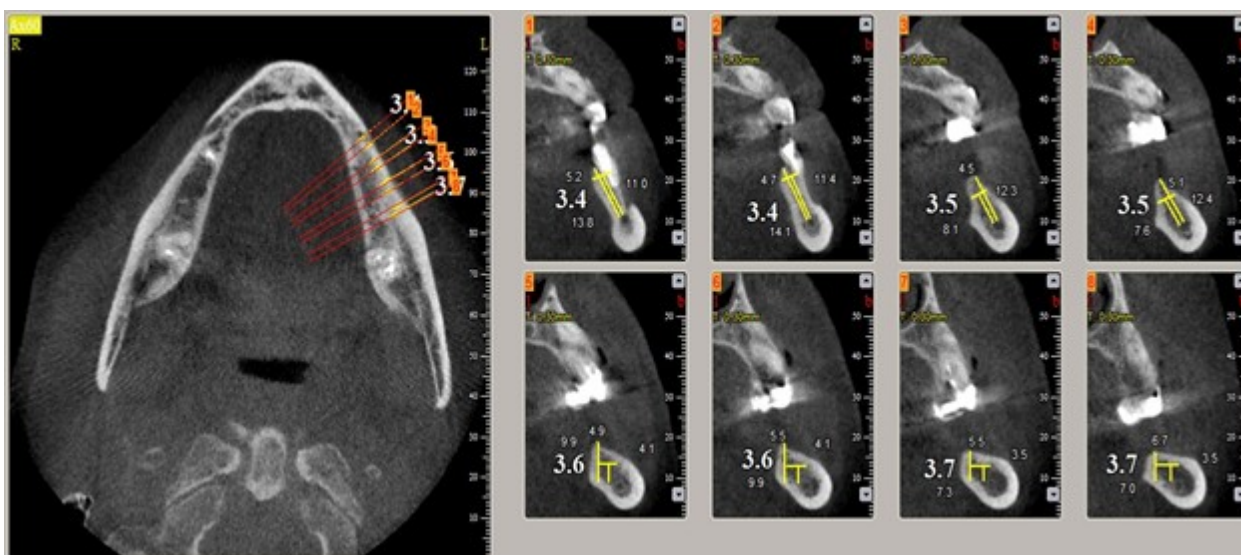


Рисунок 3.2.1. КЛКТ пациентки Я., 1967 г.р. до операции.



Рисунок 3.2.2. Начальный этап операции - разрез и скелетирование альвеолярной части нижней челюсти слева.



Рисунок 3.2.3. Выполнено расширение альвеолярной части нижней челюсти за счет вестибулярного смещения остеотомированного фрагмента.

После скелетирования кости (Рисунок 3.2.2) с использованием ультразвукового скальпеля произведены горизонтальный распил по гребню и два вертикальных апроксимальных распила, выходящих за границы планируемой имплантации. Мобилизованный вестибулярный костный фрагмент смещен в сторону преддверия полости рта (Рисунок 3.2.3), что позволило создать пространство для укладки костного материала и увеличить ширину гребня. Преимущество пьезохирurgicalического инструмента заключается в селективном воздействии на костную ткань с сохранением мягкотканых структур, что особенно важно вблизи нижнечелюстного канала и позволяет минимизировать неврологические осложнения.

После смещения фрагмента образовавшийся дефект заполнен гранулами ксеногенного остеопластического материала «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия). (Рисунок 3.2.4), который выполняет функцию остеокондуктивного матрикса. Поверх материала уложена коллагеновая мембрана (Рисунок 3.2.5), обеспечивающая барьерную функцию и направленную регенерацию. Рана ушита наглухо (Рисунок 3.2.6). Послеоперационное течение гладкое: пациентка получала антибактериальную, противовоспалительную и десенсибилизирующую терапию, швы удалены на 10-е сутки, заживление первичным натяжением.



Рисунок 3.2.4. Заполнение образовавшегося объема ксенотрансплантатом в виде гранул «Cerabone» Botiss Biomaterials, Германия.

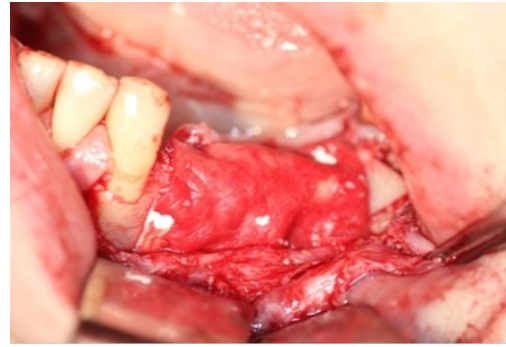


Рисунок 3.2.5. Изоляция зоны реконструкции коллагеновой резорбируемой мембраной («Jason» Botiss Biomaterials, Германия).

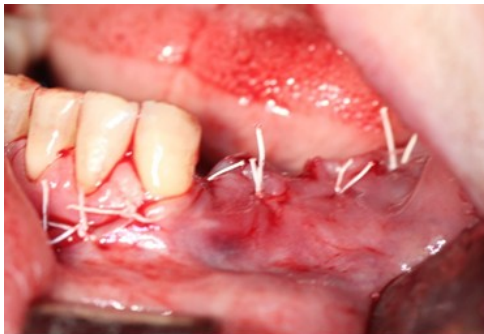


Рисунок 3.2.6. Вид ушитой раны.



Рисунок 3.2.7. Клиническая картина в полости рта через 6 мес. после реконструкции (видимое увеличение ширины альвеолярной части нижней челюсти слева).



Рисунок 3.2.8. Полученный объем костной ткани альвеолярной части нижней челюсти.



Рисунок 3.2.9. Измерение полученного объема костной ткани.

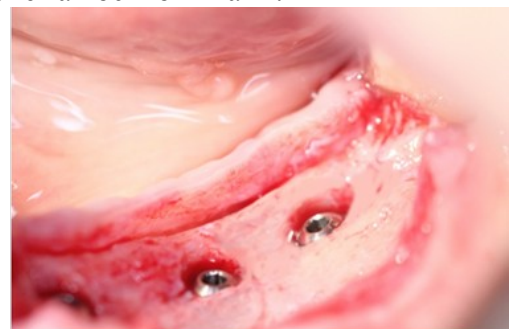


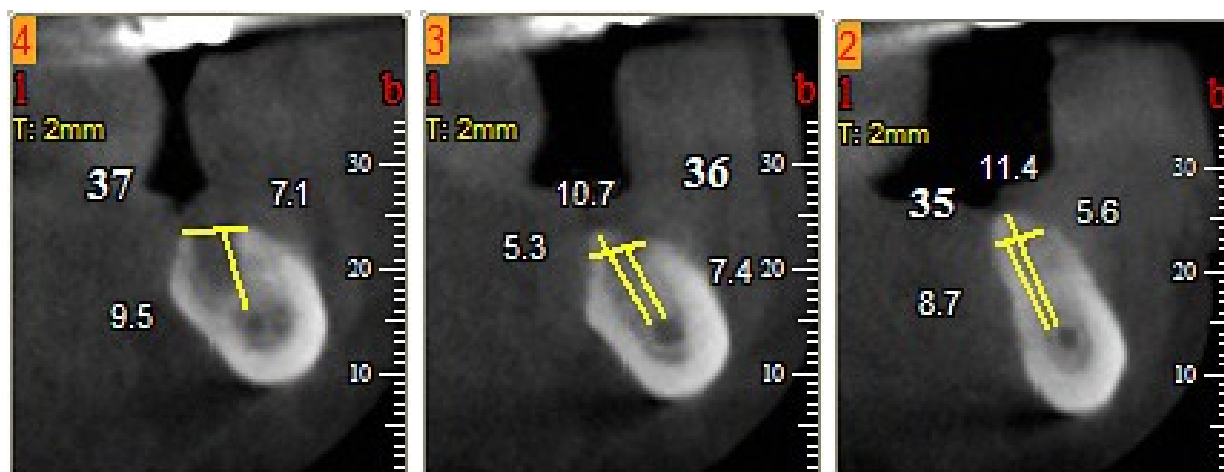
Рисунок 3.2.10. Установлены направляющие пины.

Рисунок 3.2.11. Дентальные имплантаты оптимально расположены в костной ткани.

Результаты контрольной конусно-лучевой компьютерной томографии, выполненной спустя четыре месяца после проведения межкортикальной остеотомии в зоне зубов 3.4–3.7, демонстрируют видимую линию остеотомии на расстоянии 6–7 мм от вершины альвеолярного гребня. Наблюдается отклонение вестибулярной кортикальной пластинки в сторону преддверия полости рта, ее плотность снижена, а контуры являются нечеткими, что свидетельствует о признаках остеопороза. В области зубов 3.4 и 3.5 ширина альвеолярной кости на уровне вершины гребня превышает 5,0 мм, что создает достаточные условия для установки дентальных имплантатов; высота костной ткани также является адекватной. В районе зубов 3.6 и 3.7 отклонение вестибулярной кортикальной пластинки привело к изменению позиции оси альвеолярного гребня в более вертикальное положение, что, в свою очередь, увеличило его высоту (Рисунок 3.2.12).

Поскольку в области отсутствующих зубов 3.4–3.7 был достигнут необходимый объем кости альвеолярной части нижней челюсти, проведена стандартная хирургическая процедура установки внутрикостных дентальных имплантатов системы «Astra-tech» (Швеция).

На контрольной КЛКТ, выполненной через 4 месяца после операции, установлено, что имплантаты в области зубов 3.4, 3.5 и 3.6 расположены корректно. Высокая плотность окружающей их костной ткани служит рентгенологическим индикатором успешной остеоинтеграции (Рисунок 3.2.13).



На Рисунке 3.2.12 представлены данные конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), выполненной через 4 месяца после проведения межкортикальной остеотомии в области зубов 3.4–3.7. На расстоянии 6–7 мм от вершины альвеолярного гребня визуализируется линия остеотомии (указана стрелкой). Вестибулярная кортикальная пластина отклонена в сторону преддверия рта, ее плотность снижена, а контуры являются нечеткими. В области зубов 3.4 и 3.5 ширина альвеолярной кости на уровне вершины гребня превышает 5 мм, а высота составляет более 10 мм. В районе зубов 3.6 и 3.7 ось альвеолярной кости ориентирована в сторону небных бугров зубов-антагонистов. Высота костной ткани в этой зоне составляет более 9 мм.

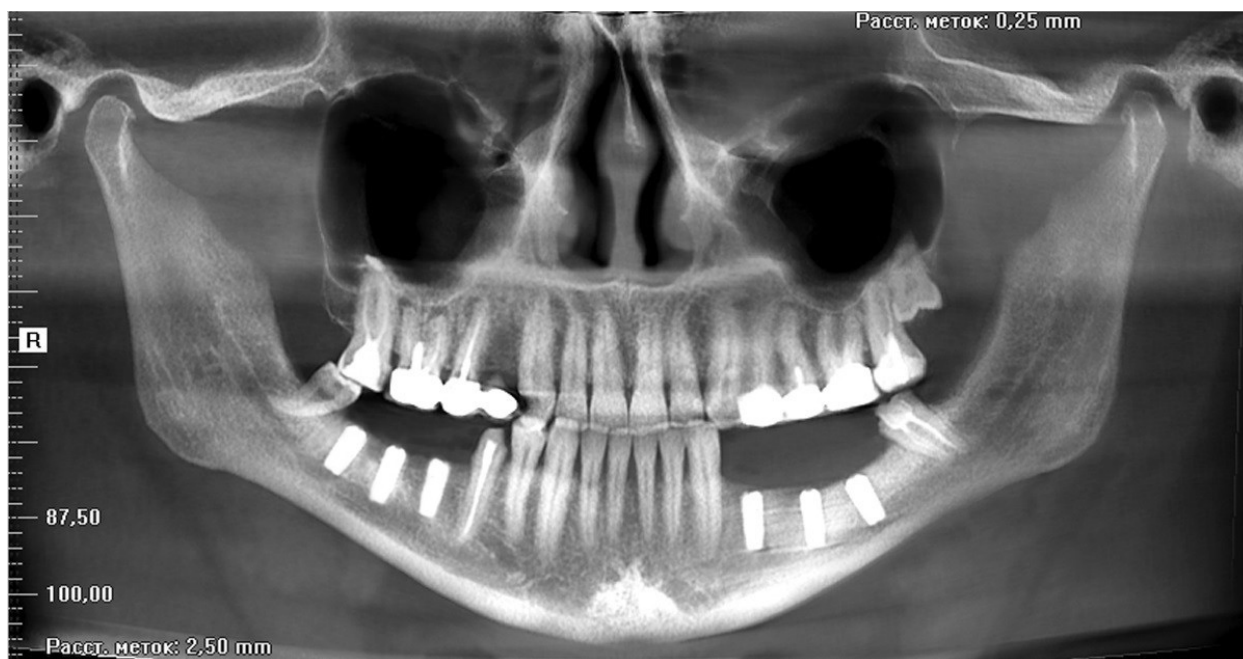


Рисунок 3.2.13. ОПТГ через 4 месяца после установки дентальных имплантатов: дентальные имплантаты в области 3.4, 3.5 и 3.6 установлены корректно, плотность костной ткани вокруг них высокая.

На втором хирургическом этапе имплантации, выполнявшемся под местной анестезией, был осуществлен линейный разрез слизистой оболочки над установленными имплантатами. После этого с применением ключа-отвертки из каждого имплантата были удалены заглушки, на место которых установили формователи десны. Стабильность установленных имплантатов была проконтролирована с помощью аппарата Osstell-mentor, после чего хирургический этап лечения был завершен, и пациентка направлена на ортопедический этап реабилитации.

Серия последовательных КЛКТ-исследований, выполненных на этапах диагностики и планирования, а также для контроля результатов межкортикальной остеотомии и последующей установки дентальных имплантатов, позволила объективно оценить динамику состояния

альвеолярной кости в ходе различных стадий хирургического лечения (Рисунок 3.2.14–16).

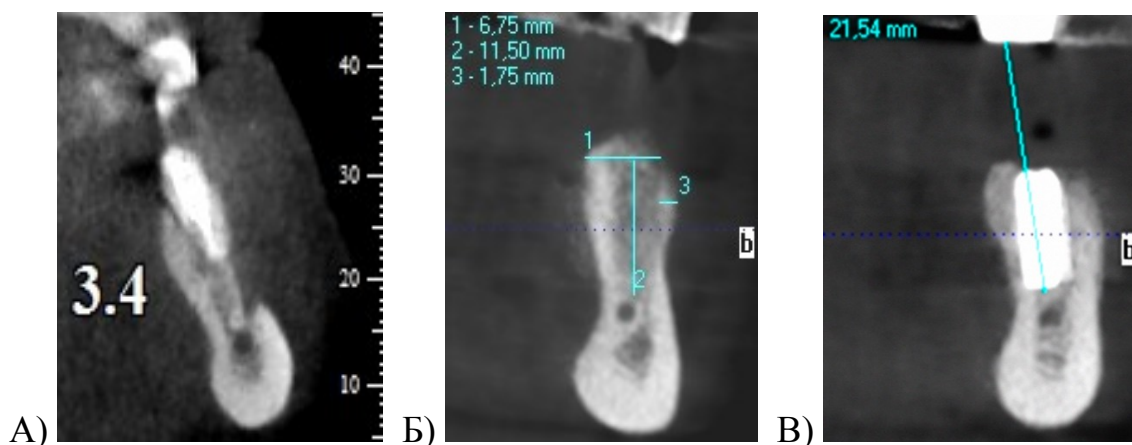


Рисунок 3.2.14. Серия КЛКТ той же п-тки.

Трансверсальные срезы нижней челюсти в области 3.4. зуба. А – периапикальные изменения вокруг вершины ранее леченного 3.4 зуба; Б – альвеолярная кость в области 3.4 зуба через 4 месяца после межкортикальной остеотомии и заполнения альвеолярного отростка костно-пластическим материалом. Видна зона остеотомии (стрелка); толщина отклоненной в сторону преддверия рта вестибулярной компактной пластины – 1,75мм, плотность ее понижена, контуры нечеткие (признаки остеопороза). Ширина альвеолярного отростка – 6,75мм, расстояние до петли нижнечелюстного канала – 11,5мм. Ось альвеолярного гребня ориентирована на медиальный бугор коронки антагониста; В – альвеолярный отросток в области 3.4 зуба через 6 месяцев после установки имплантата. Ось имплантата ориентирована на медиальный бугор коронки антагониста; структура кости вокруг имплантата уплотнена; вестибулярная компактная пластина высокой плотности, контуры ее четкие (рентгенологические признаки остеоинтеграции имплантата).

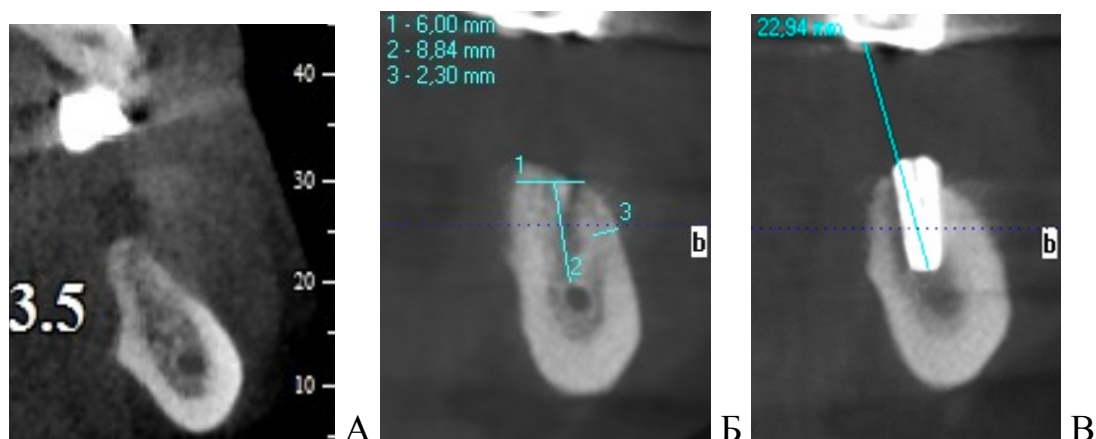


Рисунок 3.2.15. Серия КЛКТ той же п-тки.

На рисунке 3.2.15 представлена серия конусно-лучевых компьютерных томограмм той же пациентки – трансверзальные срезы нижней челюсти в области зуба 3.4. На изображении А видны периапикальные изменения у верхушки ранее леченого зуба 3.4. Изображение Б демонстрирует состояние альвеолярной кости спустя 6 месяцев после выполнения межкортикальной остеотомии и заполнения межкортикального пространства остеопластическим материалом. В зоне остеотомии (указана стрелкой) вестибулярная кортикальная пластина толщиной 1,75 мм смещена в сторону преддверия рта; ее плотность снижена, а контуры нечеткие, что является рентгенологическим признаком остеопороза. Ширина альвеолярного отростка составляет 6,75 мм, расстояние до петли нижнечелюстного канала – 11,5 мм. Ось альвеолярного гребня ориентирована на медиальный бугорок коронки зуба-антагониста. На изображении В показан альвеолярный отросток через 6 месяцев после установки имплантата. Ось имплантата также ориентирована на медиальный бугорок коронки антагониста. Костная структура вокруг имплантата стала более плотной; вестибулярная кортикальная пластина имеет высокую плотность и четкие контуры, что соответствует рентгенологическим признакам успешной остеоинтеграции.

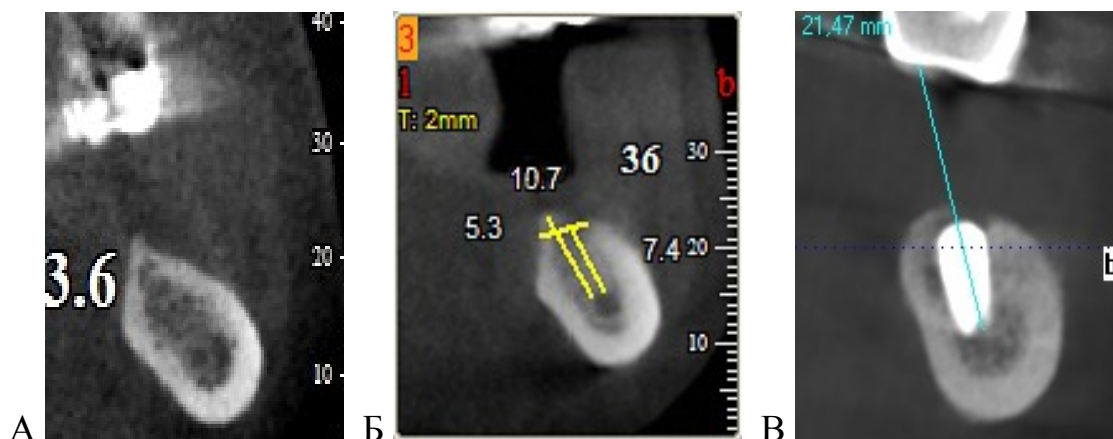


Рисунок 3.2.16. Серия КЛКТ той же п-тки.

На рисунке 3.2.16 представлена серия КЛКТ-снимков того же пациента. На поперечных срезах нижней челюсти в области зуба 3.6 видно: А – состояние альвеолярной части до проведения операции; толщина этой зоны составляет менее 4 мм, наблюдается выраженный язычный наклон вследствие атрофии с вестибулярной стороны. Б – состояние через неделю после расщепления и заполнения альвеолярного отростка пластическим материалом; толщина смещенной вестибулярной пластины достигла 2,4 мм, общая ширина альвеолярной части – 7,5 мм, расстояние до нижнечелюстного канала – 7,2 мм, а ось альвеолярной части ориентирована на медиальный бугор коронки зуба-антагониста. В – вид после установки имплантата, ось которого также ориентирована на медиальный бугор коронки антагониста.

Клинический пример:

Пациент С., 59лет, амбулаторная карта N xxx854-52 обратился в ФГБУ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России с жалобами на отсутствие жевательных зубов нижней челюсти слева и справа.

Из анамнеза заболевания: зубы на нижней челюсти слева и справа были удалены несколько лет назад.

Внешний осмотр: конфигурация лица не изменена, кожные покровы чистые, без видимой патологии. Периферические лимфоузлы не пальпируются. Носовое дыхание свободное. Открывание рта не ограничено.

Осмотр полости рта: слизистая оболочка бледно-розового цвета, умеренно увлажнена, без видимой патологии.

Локальный осмотр: альвеолярная часть нижней челюсти в области отсутствующих зубов 4.5, 4.6, 4.7 без видимой патологии. Тонкий десневой биотип. Зона прикрепленной кератинизированной слизистой около 3 мм.

Пациенту выполнена КЛКТ нижней челюсти (рис. 3.2.17).

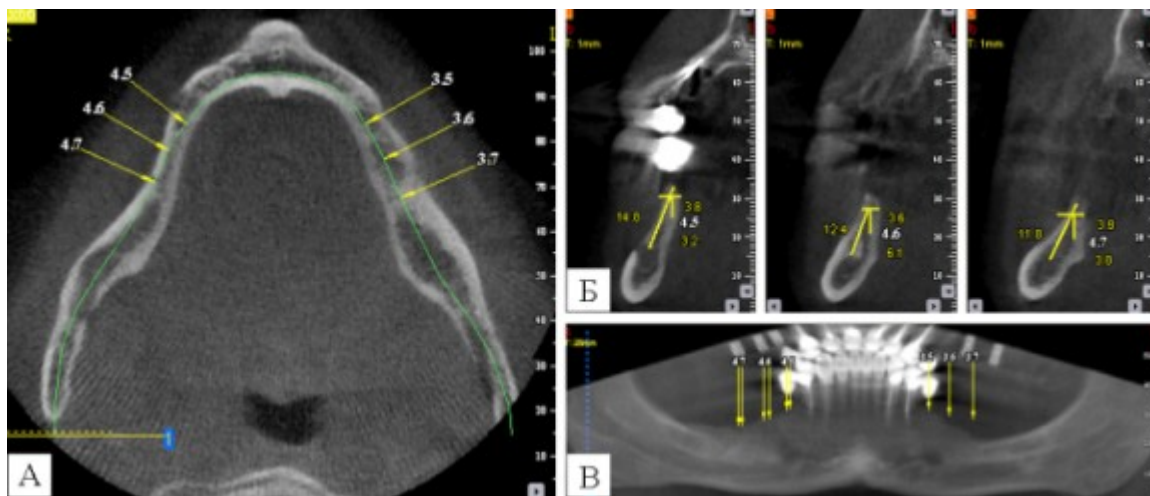


Рисунок 3.2.17. Пациент С., 59 лет. до выполнения межкортикальной остеотомии в области 4.5–4.6 зубов.

А – срез нижней челюсти в аксиальной плоскости на уровне середины корней зубов
 Б – срезы нижней челюсти в трансверсальной в плоскости на уровне 4.5, 4.6, 4.7 зуба;
 В – фрагмент ОПТГ, реконструированной из КЛКТ. Адентия 3.4–3.7, 4.6, 4.7 зубов.

По данным КЛКТ (см. рис. 3.2.17) выявлено: атрофия альвеолярной части по ширине до 3,6–3,9 мм на уровне зубов 4.4, 4.5, 4.6. Высота альвеолярной части достаточная: от 14,8 мм на уровне 4.5 зуба и до 11,8 мм на уровне 4.7 зуба. Толщина кортикального слоя – до 1,1 мм на уровне 4.6 зуба и до 1,5 мм на уровне 4.7 зуба. Высота альвеолярной части нижней челюсти в области отсутствующих 4.5–4.7 сохранена. Плотность губчатого вещества по всей высоте альвеолярной части удовлетворительная, равномерная. Губчатое вещество представлено сетью отчетливо различных костных балок. Кортикальный слой высокой степени минерализации, толщина не превышает 1,5 мм.

Диагноз: Частичная потеря зубов на нижней челюсти, концевой дефект зубного ряда нижней челюсти в области зубов 3.5, 3.6, 3.7, 4.5, 4.6, 4.7. Атрофия костной ткани нижней челюсти в области зубов 4.5, 4.6, 4.7.

Спланировано провести дентальную имплантацию после предварительного выполнения костнопластической операции по увеличению

ширины альвеолярной части нижней челюсти слева и справа.

По совокупности клинических и рентгенологических данных разработан следующий план лечения:

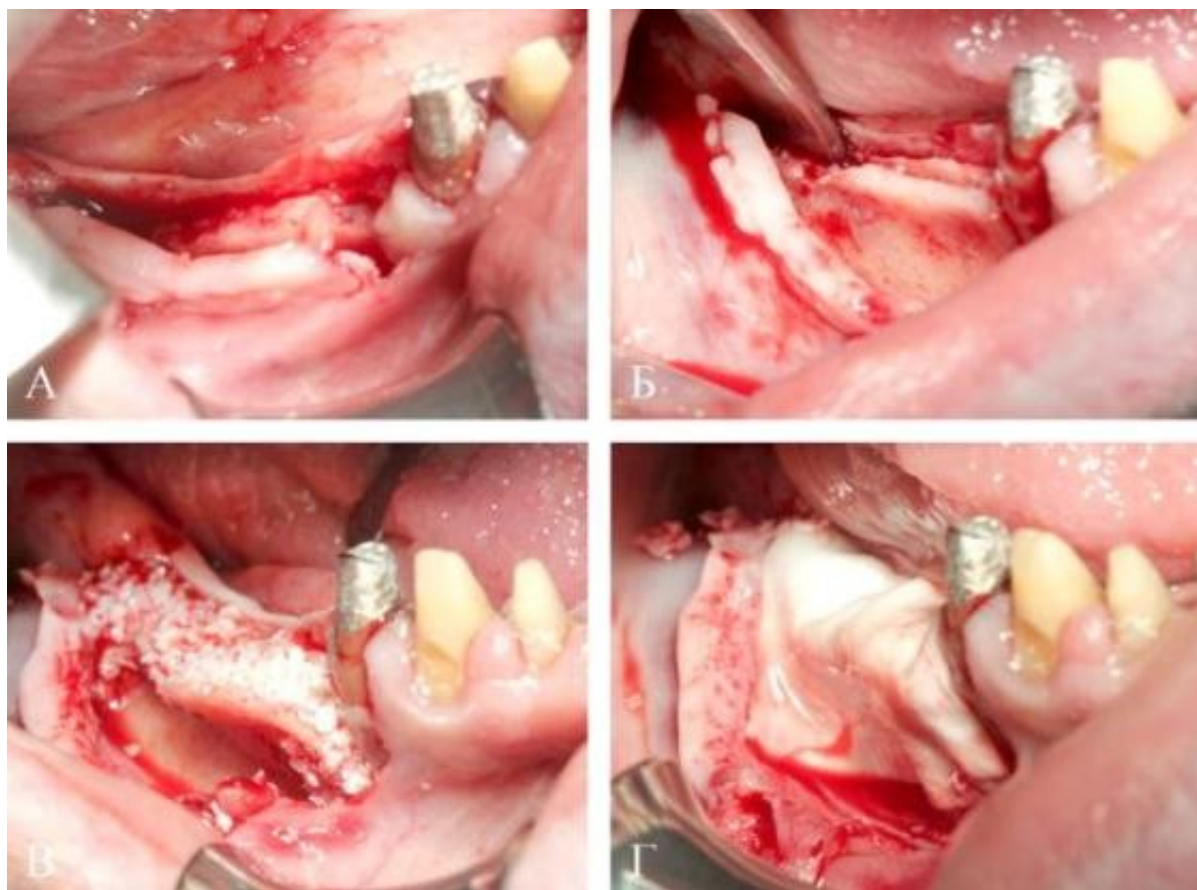
- проведение межкортикальной остеотомии в области зубов 4.5, 4.6, 4.7;
- через 6 месяцев установка дентальных имплантатов;
- через 6 месяцев открытие дентальных имплантатов и установка формирователей десны;
- через 2 недели протезирование на дентальных имплантатах.

Ход оперативного вмешательства (выполнение межкортикальной остеотомии в позиции зубов 4.5, 4.6, 4.7):

- в условиях инфильтрационной анестезии раствором «Ультракаин Д-С форте» (1:100000) 3,4 мл выполнен разрез слизистой оболочки по вершине альвеолярного гребня нижней челюсти справа в позиции зубов 4.5, 4.6, 4.7; разрез продлен в дистальном отделе гребня на 5мм и выполнен вертикальный разрез с медиального края дефекта;
- отслоен слизисто-надкостничный лоскут, скелетирована поверхность альвеолярной части нижней челюсти с вестибулярной и частично с язычной стороны (рис. 3.2.18 А);
- определены границы костного фрагмента, который будет надломлен и смещен вестибулярно;
- ультразвуковым скальпелем «Piezosurgery Mectron» (Италия) выполнен горизонтальный пропил на всю длину дефекта по центру альвеолярного гребня и вертикально вниз глубиной до 4 мм, проведены два вертикальных пропила в пределах наружного кортикального слоя, соединяющих края горизонтального пропила;
- с помощью долота и выполнения вращательных движений надщмлена вестибулярная кортикальная пластина без нарушения прикрепления и осуществлено смещение мобилизованного костного фрагмента в вестибулярном направлении до планируемой ширины (рис. 3.2.18 Б), глубина погружения долот составляет не менее 2/3 планируемой в последующем

длины имплантата. Следует обратить особое внимание на точность выполнения данной манипуляции, чтобы предотвратить полный отлом костного фрагмента;

- образовавшееся свободное пространство между двумя кортикальными стенками заполняется смесью костнопластического материала «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия), стружки аутокости и тромбоцитарной плазмы PRP (рис. 3.2.18 В);
- зона реконструкции сверху перекрывается биорезорбируемой коллагеновой мембраной (рис. 3.2.18 Г);
- мобилизованный слизистый лоскут укладывается на рану без натяжения и ушивается наглухо двурядными швами (П-образными и узловыми) резорбируемой нитью «Monosyn®» толщиной №5



0.

Рисунок 3.2.18. Пациент С., 59 лет, амбулаторная карта N xxx854-52. Этапы выполнения операции.

А – ультразвуковым скальпелем «Piezosurgery» определены границы костного фрагмента, который будет надломлен и смещен вестибулярно;

Б – с помощью долота надломлена вестибулярная кортикальная пластина без нарушения прикрепления и осуществлено смещение мобилизованного костного фрагмента в вестибулярном направлении;

В – образовавшееся свободное пространство между двумя кортикальными стенками заполнено смесью костнопластического материала «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия), стружкой аутокости и тромбоцитарной плазмы PRP;

Г – зона реконструкции изолирована сверху биорезорбируемой коллагеновой мембраной («Jason» Botiss Biomaterials, Германия).

Клинический осмотр через 6 месяцев после выполнения межкортикальной остеотомии в области зубов 4.5, 4.6, 4.7 осложнений не выявил. Пациенту выполнена плановое КЛКТ-исследование (рис. 3.2.19).

Остеопороз вестибулярной и язычной кортикальных пластин; остеопороз губчатого вещества в верхней 1/3 альвеолярной части. Ширина альвеолярной части увеличилась до 8,4 мм. Высота альвеолярной части достаточная (до 11,8 мм).

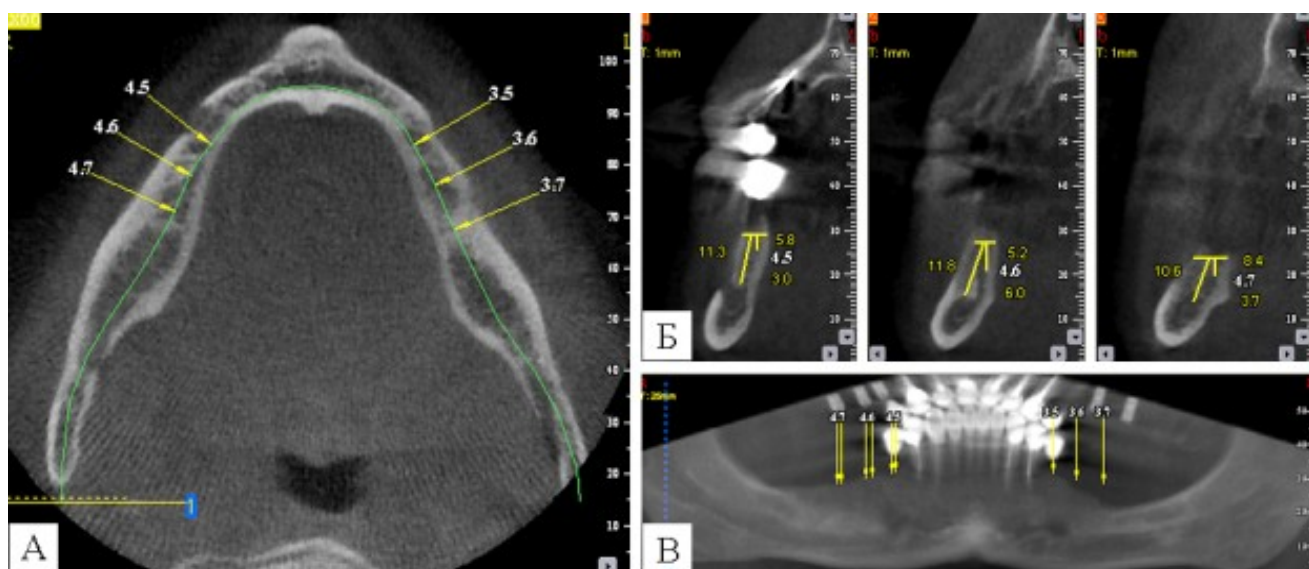


Рисунок 3.2.19. Пациент С., 59 лет. 6 месяцев после выполнения межкортикальной остеотомии в области 4.5–4.6 зубов.

А – фрагмент ОПТГ, реконструированной из КЛКТ. Адентия 3.5–3.7, 4.5, 4.6, 4.7 зубов;

Б – срез нижней челюсти в трансверсальной в плоскости на уровне 4.6 зуба;

В – срез нижней челюсти в аксиальной плоскости на уровне середины корней зубов;

Г – срез нижней челюсти в трансверсальной в плоскости на уровне 4.5, 4.6, 4.7 зубов.

Достигнутый результат по увеличению ширины альвеолярной части нижней челюсти в области отсутствующих зубов 4.5–4.7 и 3.5–3.7 позволил выполнить стандартную операцию по установке внутрикостных частей дентальных имплантатов системы «Astra-tech» (Швеция) (рис. 3.2.20).

Пациенту назначен курс антибактериальной, десенсибилизирующей терапии, даны соответствующие рекомендации.

Послеоперационный период протекал без осложнений.

При клиническом осмотре через 10 дней выявлено: операционная

область без патологии, рана зажила первичным натяжением. Швы сняты на 10 сутки.

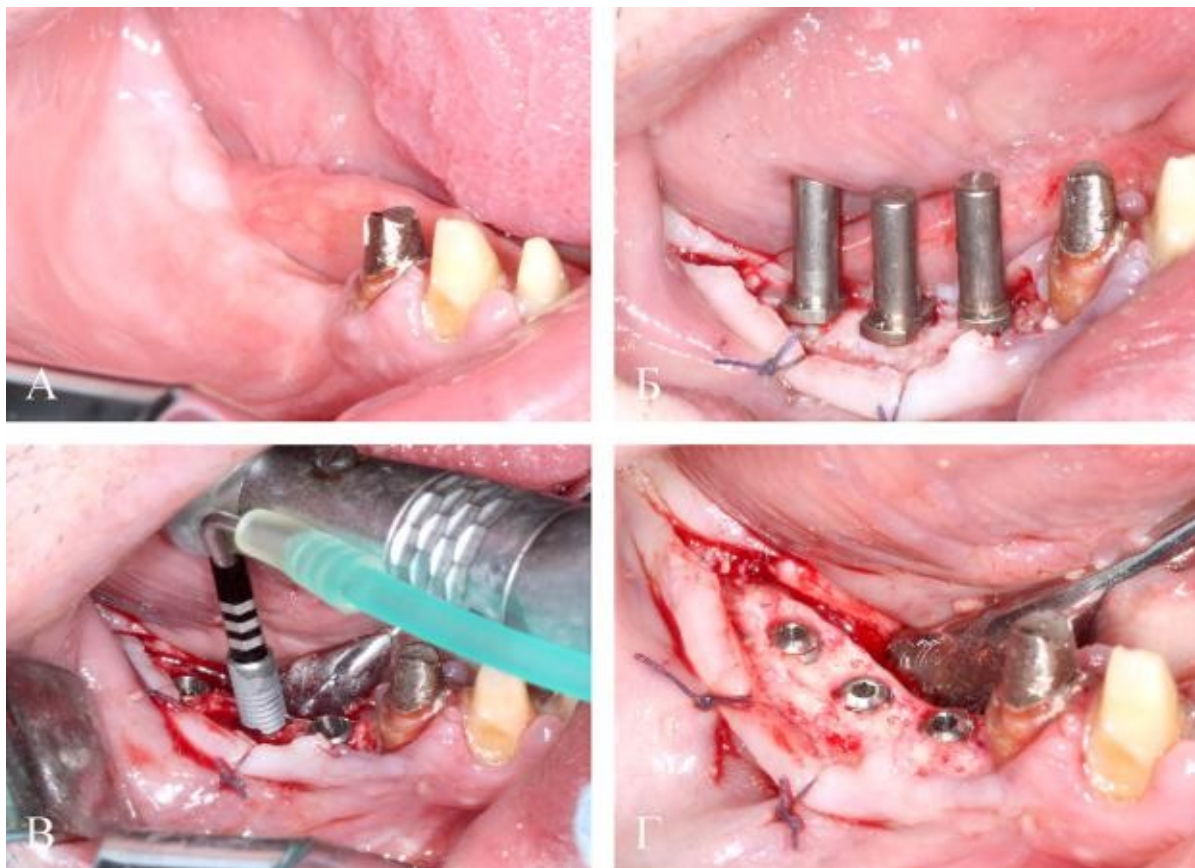


Рисунок 3.2.20. Пациент С., 59 лет. Этапы выполнения дентальной имплантации.

А – исходная клиническая картина в полости рта через 6 месяцев после выполнения операции;

Б – установлены направляющие пины;

В – установка дентальных имплантатов «Astra-tech»;

Г – дентальные имплантаты системы «Astra-tech» оптимально расположены в костной ткани.

Далее через 6 месяцев выполнено контрольное КЛКТ-исследование (рис. 3.2.21), проведен второй хирургический этап имплантации который заключался в следующем: под местной анестезией проводился линейный разрез слизистой оболочки над дентальными имплантатами, с помощью ключа-отвертки удалены винты-заглушки из каждого имплантата, на их место устанавливали формирователи десны.

Было установлено 55 дентальных имплантатов.

После операции пациенты данной подгруппы проходили контрольный осмотр дважды в год, в рамках которого выполнялась профессиональная гигиена полости рта и динамическое рентгенологическое обследование.

Общих интраоперационных осложнений не наблюдалось ни у одного из пациентов III группы.

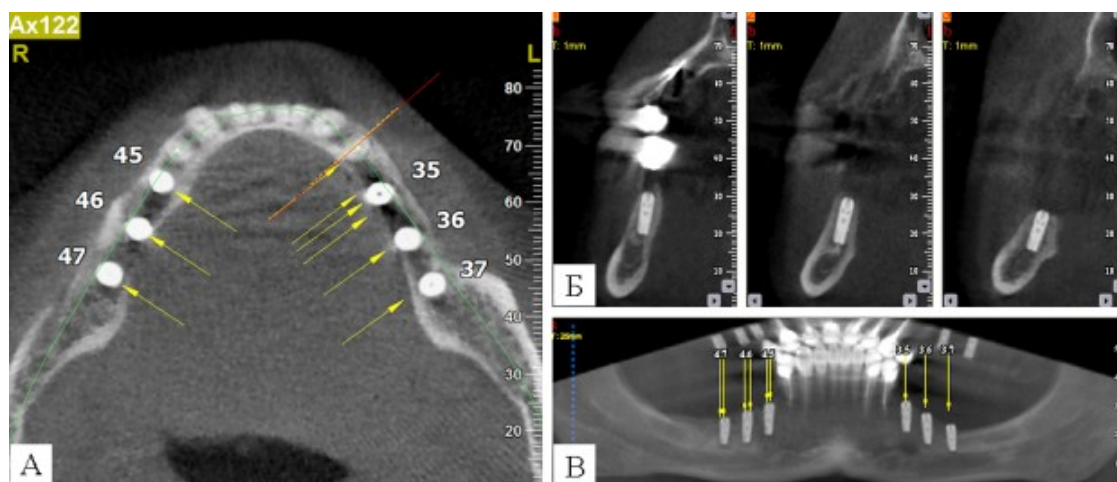


Рисунок 3.2.21. Пациент С., 59 лет. 6 месяцев после выполнения межкортикальной остеотомии в области 4.4–4.6 зубов и установки дентальных имплантатов системы «Astra-tech».

А – срез нижней челюсти в аксиальной плоскости на уровне середины корней зубов;

Б – срез нижней челюсти в трансверсальной в плоскости на уровне установленных имплантатов 4.5,4.7,4.6;

В – фрагмент ОПТГ, реконструированной из КЛКТ. Установлены дентальные имплантаты 3.5-3.7, 4.5- 4.7 зубов.

Во время выполнения операции межкортикальной остеотомии при расширении более чем на 4 мм костной ткани нижней челюсти в 2-х случаях у пациентов III группы произошел отлом вестибулярной кортикальной пластинки. Пациентам проведена жесткая фиксация отделившегося фрагмента к язычной кортикальной пластине длинными микровинтами (более 10 мм). По данным контрольной КЛКТ у 3-х пациентов наблюдалась резорбция вестибулярной кортикальной пластины, что потребовало на этапе установки имплантатов дополнительного использования костнопластических материалов.

По данным рентгенологического обследования в течение 6 месяцев после межкортикальной остеотомии наблюдается остеопороз кортикальных пластин, наиболее выраженный в верхней части альвеолярной кости (ближе к альвеолярному гребню). Вдоль наружной поверхности вестибулярной

кортикальной пластины выявляются периостальные наслоения.

После установки дентальных имплантатов через 6 месяцев плотность смещенной части кортикальной пластины нормализовалась, контуры ее становились четкими, что свидетельствовало о реминерализации кости. Плотность губчатого вещества альвеолярной кости умеренно уплотнена. Данные признаки указывают на наличие репаративных процессов в зоне хирургического вмешательства.

Общее количество установленных дентальных имплантатов во III подгруппе – 55. Ввиду отсутствия остеоинтеграции до этапа протезирования удален 1 имплантат. Таким образом, выживаемость имплантатов в течение 1 года после их установки во III группы составила 98,2%.

Отметим особенности применения межкортикальной остеотомии:

Показанием к применению метода межкортикальной остеотомии является необходимость восстановления ширины костной ткани челюстей при горизонтальной атрофии и сохраненной высоте. Ширина атрофированного участка должна быть не менее 3,5 мм, высота – достаточная для проведения последующей дентальной имплантации и не менее 12 мм.

Ограничение по ширине костной ткани связано с тем, что для обеспечения нормальной репарации и ремоделирования костной ткани стенки формируемой межкортикальной полости должны состоять не только из кортикального слоя, но и губчатой ткани. Кроме того, ширина вертикального распила альвеолярного гребня, проводимого с помощью ультразвукового скальпеля «Piezosurgery Mectron», составляет не менее 1 мм. Из чего следует, что выполнение метода межкортикальной остеотомии при ширине кости менее 3,5 мм нецелесообразно по причине высокого риска резорбции вестибулярной кортикальной пластины в послеоперационном периоде.

Клиническим результатом проведенной межкортикальной остеотомии является увеличение ширины костной ткани за счет формирования подвижного костного фрагмента, наклона его в

вестибулярную сторону на расстоянии от 4 до 6 мм с заполнением смесью костнопластического материала, аутокостной стружки и тромбоцитарной плазмы PRP и возможной дополнительной фиксации вестибулярного кортикального фрагмента микровинтами.

Преимущества метода межкортикальной остеотомии:

- позволяет избежать аутотрансплантации костного блока за счет заролнения межкортикальной полости смесью костнопластического материала «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия), стружки аутокости и тромбоцитарной плазмы PRP;
- границами созданного объема костной ткани являются кортикальные костные структуры реконструируемой зоны альвеолярной кости, что способствует остеогенезу;
- является малотравматичным методом, так как не требует дополнительного хирургического вмешательства в донорской зоне для забора аутотрансплантата;
- возможность проведения операции в амбулаторных условиях с использованием местной анестезии.

Недостатки:

- используется только для увеличения ширины костной ткани при достаточной ее высоте;
- низкая первоначальная плотность костной ткани на момент имплантации;
- сложная интраоперационная техника: возможен отлом наружной вестибулярной кортикальной пластины;
- непрогнозируемая резорбция вестибулярной кортикальной пластины.
- операция межкортикальной остеотомии показана при длине дефекта не более 4-х зубов, т.к. при более протяженных дефектах практически не удастся отвести вестибулярный костный фрагмент от губчатого слоя без отлома.

3.3. Результаты межкортикальной остеотомии с одномоментной имплантацией

В настоящем подразделе приведены результаты клинико-рентгенологической оценки эффективности метода межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой дентальных имплантатов у пациентов с исходным дефицитом ширины альвеолярной кости. Данная методика рассматривается как альтернатива двухэтапным реконструктивным вмешательствам, позволяющая сократить общие сроки лечения и количество хирургических этапов при условии строгого соблюдения критериев отбора. Ключевыми параметрами, определяющими возможность выполнения одномоментной имплантации, являлись исходная ширина альвеолярного гребня, достаточная высота костной ткани, а также толщина вестибулярной кортикальной пластины, обеспечивающая её безопасную мобилизацию без риска неконтролируемого перелома. Оценка эффективности вмешательства проводилась на основании данных предоперационного и послеоперационного КЛКТ-мониторинга, а также анализа показателей выживаемости и стабильности установленных имплантатов.

В группу исследования вошел 21 пациент, у которого на предоперационном этапе по данным конусно-лучевой компьютерной томографии был выявлен дефицит ширины альвеолярной кости в пределах от 3,3 до 4,1 мм. Всем пациентам данной группы выполнена межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой дентальных имплантатов. Распределение по полу составило 14 мужчин и 7 женщин. В 11 случаях оперативное вмешательство проводилось на верхней челюсти, в 10 случаях – на нижней челюсти. Локализация дефектов преимущественно соответствовала боковым отделам зубных рядов.

Исходная ширина альвеолярной кости, измеренная по данным предоперационной КЛКТ, составила $3,5 \pm 0,1$ мм. Плотность губчатого вещества в зоне предполагаемого вмешательства находилась в пределах от 150 до 350 условных единиц (у.е.) что расценивалось как достаточный остеогенный потенциал для обеспечения репаративных процессов в раннем

послеоперационном периоде. Толщина вестибулярной кортикальной пластины у всех пациентов не превышала 1,5 мм, что являлось необходимым условием для ее безопасной мобилизации и смещения без риска неконтролируемого перелома.

Непосредственно после выполнения остеотомии и смещения кортикального фрагмента ширина альвеолярной кости составила $7,7 \pm 0,1$ мм, что позволило провести одномоментную установку имплантатов стандартного диаметра с формированием вестибулярной и оральной стенок толщиной не менее 1,5 мм. Всего на первом этапе хирургического лечения установлено 51 дентальный имплантат. В области верхней челюсти установлено 29 имплантатов, в области нижней челюсти – 22 имплантата, два имплантата были удалены из-за периимплантита, Выживаемость за первый год составила 96,1%).

Через 6 месяцев после операции, в срок, соответствующий завершению основных фаз репаративного остеогенеза, проведено контрольное КЛКТ-исследование. Ширина альвеолярной кости в зоне реконструкции составила $6,9 \pm 0,1$ мм, что соответствует приросту на 50,7% по сравнению с исходными показателями. Динамика изменения ширины альвеолярной кости на этапах лечения представлена в таблице 3.3.1.

Табл. 3.3.1. Ширина альвеолярной кости у пациентов IV группы до и после межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой дентальных имплантатов.

Вид операции и способ имплантации	Исходная ширина альвеолярной кости, (мм)	Ширина альвеолярной кости после межкортикальной остеотомии и установки дентальных имплантатов, (мм)	Послеоперационный полученный объем костной ткани на II этапе дентальной имплантации, (мм)
Межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой дентальных имплантатов (n-21)	3.5 ± 0.1 мм	7.5 ± 0.1 мм	6.9 ± 0.1 мм

В IV группе было установлено 49 имплантатов (первоначально 51, два удалены из-за периимплантита до момента протезирования).

Клинический случай. Пациент З., 1957 года рождения, обратился с жалобами на отсутствие зубов на верхней челюсти и связанный с этим эстетический дефект. От ранее изготовленной съемной ортопедической конструкции пациент отказался, настаивая на использовании несъемных ортопедических конструкций. При осмотре полости рта был выявлен дефект зубного ряда вследствие отсутствия зубов 1.4, 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2. В области отсутствующих зубов наблюдалась атрофия костной ткани по ширине альвеолярного отростка и западение вестибулярной стенки. Слизистая оболочка имела бледно-розовый цвет и умеренную увлажненность.

Диагноз: Частичная адентия верхней челюсти, атрофия альвеолярного отростка в области отсутствующих зубов 1.4, 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2.

Результаты КЛКТ: Отсутствие зубов 1.4, 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2., атрофия альвеолярного отростка в области дефекта составляет 3,4–4,0 мм при сохраненной высоте отростка (18,9–25,7 мм) (Рисунок 3.3.1).

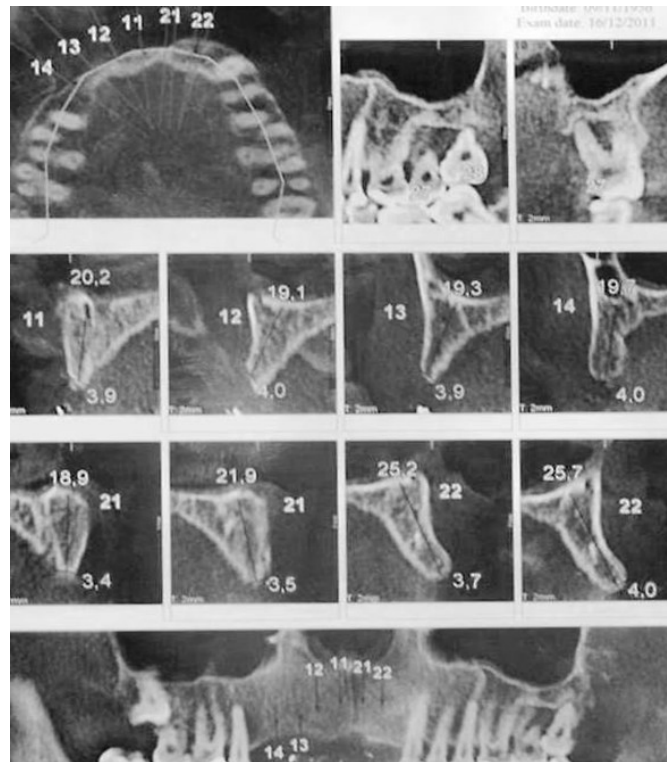


Рисунок 3.3.1. КЛКТ п-та З., 1957 г.р. до операции.: отсутствие 1.4, 1.3, 1.2, 1.1, 2.1 и 2.2 зубов. Атрофия альвеолярного отростка в области отсутствующих зубов до 3,4-4,0мм при достаточной высоте (18,9 – 25,7мм) альвеолярного отростка.

На основании результатов клинического осмотра и компьютерной томографии был составлен план хирургического вмешательства, направленного на увеличение ширины альвеолярной кости в трансверзальной плоскости с помощью метода межкортикальной остеотомии. Данная методика предусматривала возможность одномоментной установки дентальных имплантатов.

После проведения необходимых лабораторных анализов, согласования лечебного плана и выполнения санации полости рта была осуществлена операция по расщеплению костной ткани с одновременной установкой пяти дентальных имплантатов системы «Astra-tech» (Швеция). Послеоперационный период протекал без осложнений. Удаление швов проведено на десятые сутки. Спустя шесть месяцев для оценки плотности костной ткани в переднем отделе верхней челюсти выполнена конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). Полученные данные позволили сделать вывод о степени остеоинтеграции имплантатов, которая была диагностирована как полная. На этом хирургический этап лечения был завершен, и пациент направлен к врачу-ортопеду для продолжения реабилитации (Рисунок 3.3.16–18).

Последовательность выполнения хирургического вмешательства отражена на рисунках 3.3.2–17.



Рисунок 3.3.2. Клиническая ситуация на момент обращения пациента.



Рисунок 3.3.3. Внешний вид зоны операции, атрофированная часть альвеолярного отростка верхней челюсти в зоне планируемой имплантации.

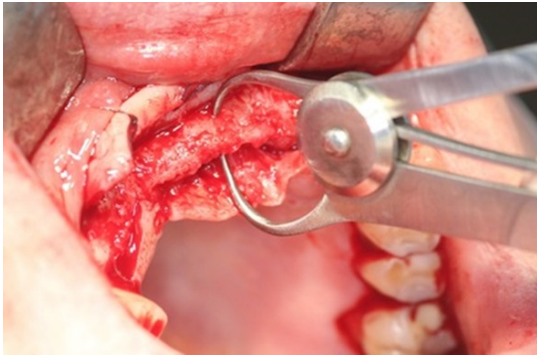


Рисунок 3.3.4. Инструментальное измерение ширины костной ткани.

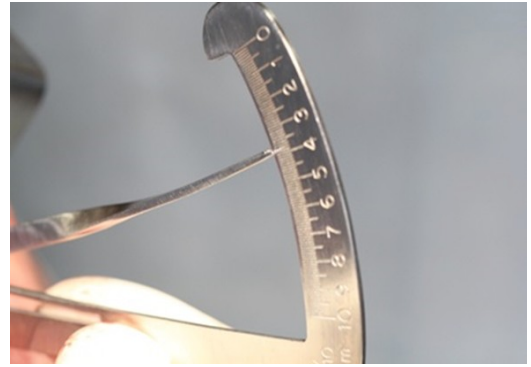


Рисунок 3.3.5. Результат измерения ширины костной ткани в зоне планируемой имплантации.

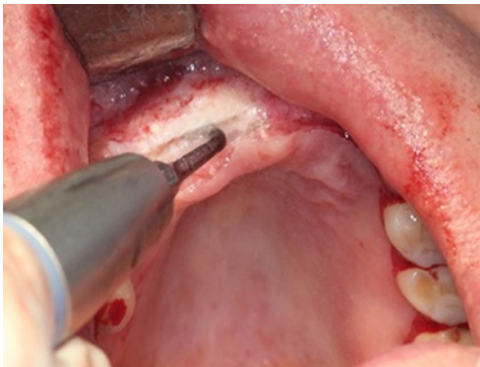


Рисунок 3.3.6. Произведен распил по гребню альвеолярного отростка верхней челюсти в области атрофии костной ткани и два вертикальных распила за пределами места имплантации с помощью пьезохирургического скальпеля.

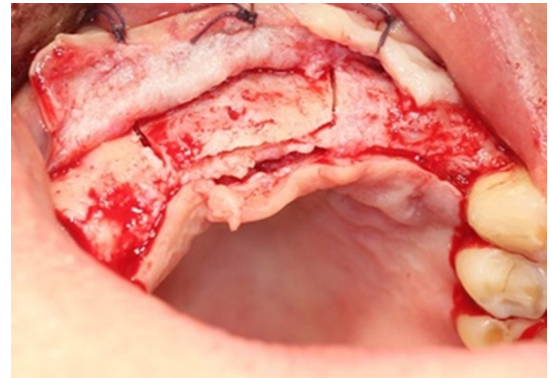


Рисунок 3.3.7. Выполнены распилы костной ткани.

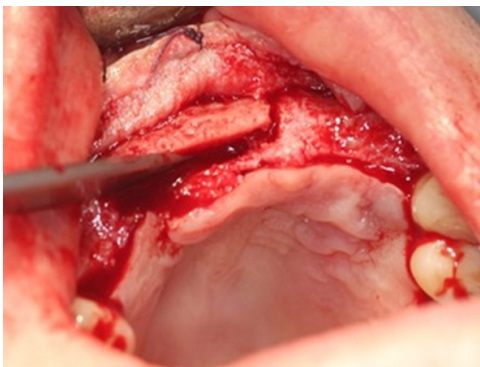


Рисунок 3.3.8. Этапы перемещения остеотомированной наружной кортикальной пластины вестибулярно.

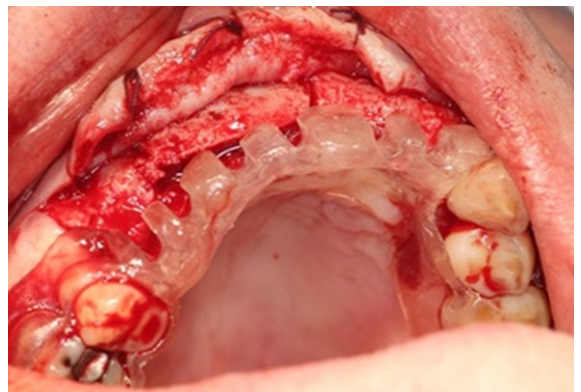


Рисунок 3.3.9. Установлен направляющий хирургический шаблон.

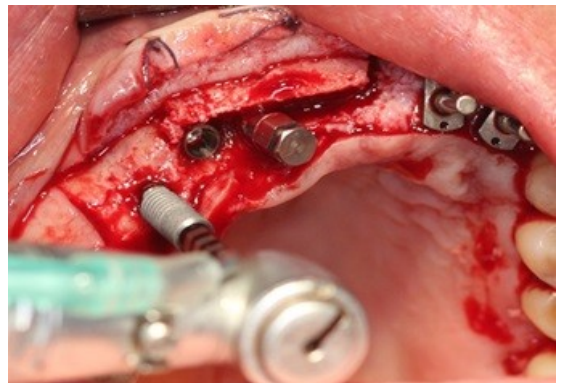
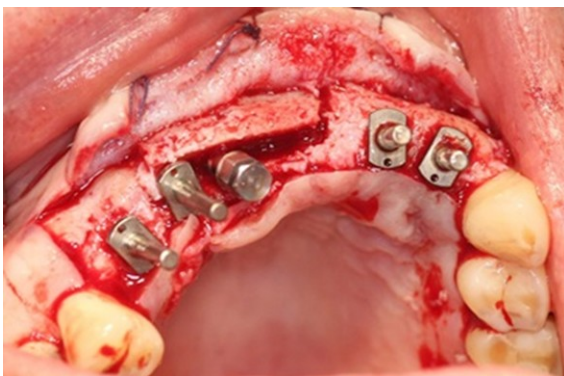


Рисунок 3.3.10. Установлены направляющие пины и конический спредер.

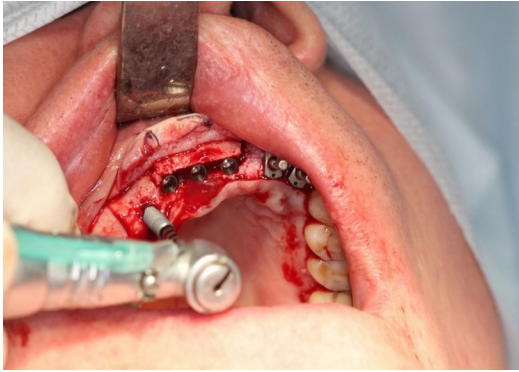


Рисунок 3.3.11. Установка дентальных имплантатов.

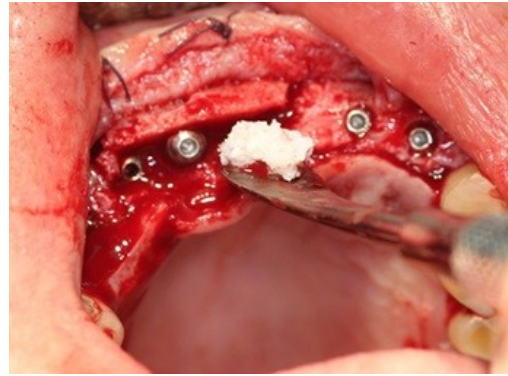


Рисунок 3.3.12. Установлены дентальные имплантаты.

Рисунок 3.3.13. Заполнение образовавшегося объема ксенотрансплантатом в виде гранул «Cerabone» (Botiss Biomaterials, Германия);

По данным конусно-лучевой компьютерной томографии, выполненной спустя четыре месяца после проведения межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой дентальных имплантатов, было отмечено достижение альвеолярной костью уровня края имплантата. Структура костной ткани, окружающей имплантаты, сохранилась, что соответствует рентгенологическим критериям успешной остеоинтеграции (Рисунок 3.3.18).

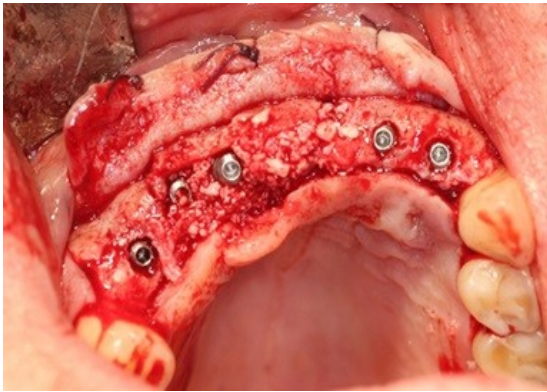


Рисунок 3.3.14. Результат операции, установлены пять дентальных имплантатов.

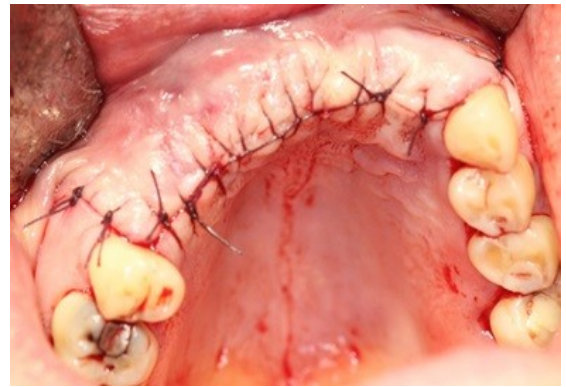


Рисунок 3.3.15. Состояние раны после наложения швов.



Рисунок 3.3.16. Проведен второй этап дентальной имплантации.



Рисунок 3.3.17. Готовые ортопедические конструкции.

У пациентов IV подгруппы для расширения альвеолярной кости в трансверсальной плоскости во всех случаях применялся набор инструментов «Crest-Control» от компании «Meisinger» (Германия). Данная система дает возможность осуществить контролируемое расширение костной ткани с использованием горизонтальных винтовых дисракторов и конических спредеров, обеспечивая увеличение ширины между остеотомированными фрагментами до 4 мм. Такой подход сочетает контролируемость расширения с минимальной инвазивностью вмешательства. Методика применима как на верхней, так и на нижней челюсти.

Клинический пример. Пациентка Р., 1965 года рождения, с выраженной атрофией альвеолярной части нижней челюсти, развившейся вследствие травматического удаления зубов 33, 34, 35, 36, 37. Ранее пациентка использовала съемную ортопедическую конструкцию, которая отличалась плохой фиксацией, что серьезно нарушало речевую функцию.

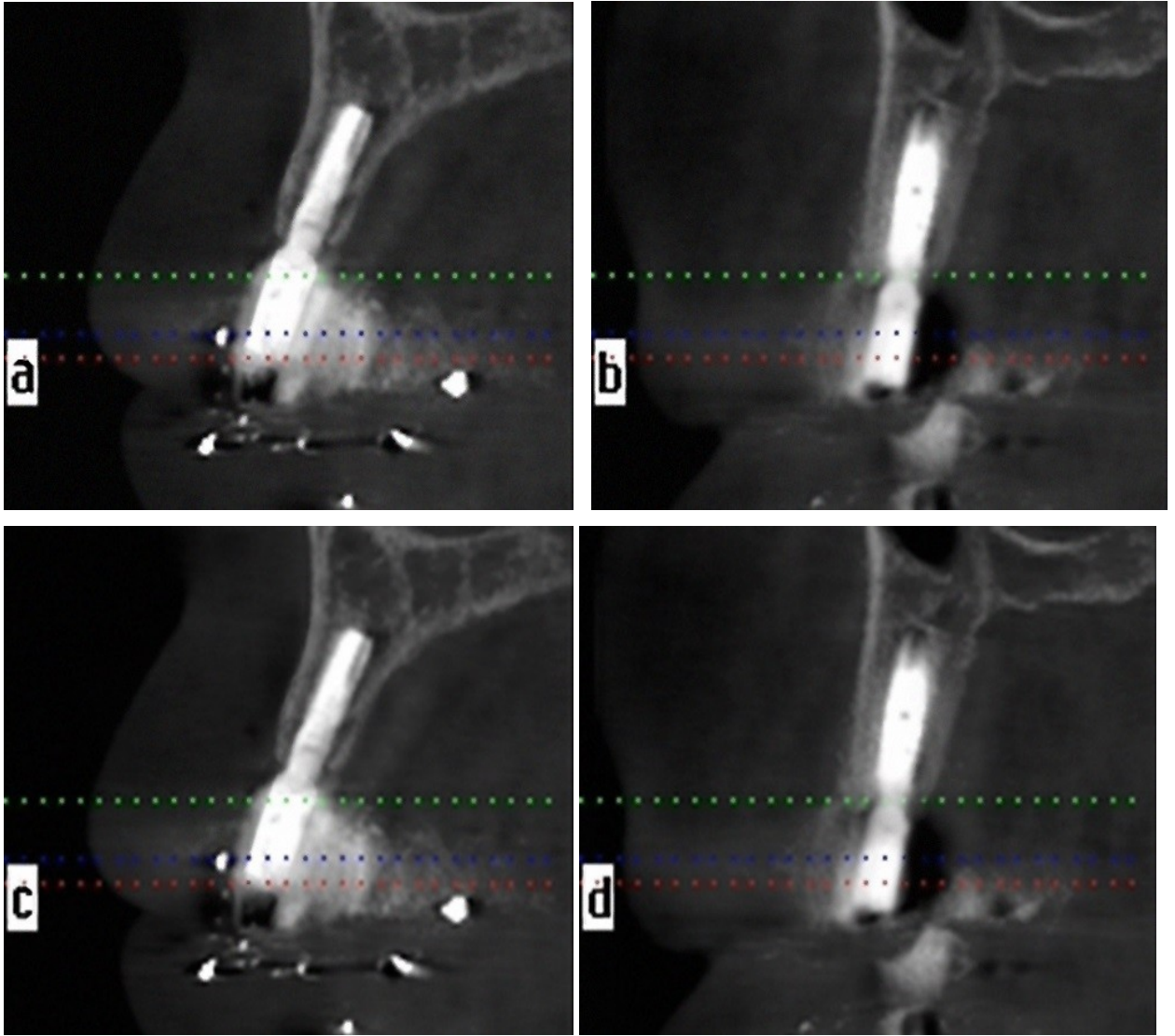


Рисунок 3.3.18. Результаты конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) через 4 месяца после выполнения межкортикальной остеотомии с одновременной установкой дентальных имплантатов.

Данные КЛКТ: отсутствие зубов 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7. Наблюдается атрофия альвеолярной части в области дефекта, где ширина составляет от 3,2 до 3,8 мм, при сохраненной достаточной высоте альвеолярной части (от 11,2 до 13,4 мм) (Рисунок 3.3.19).

На основании клинико-рентгенологического обследования было установлено отсутствие необходимых условий для проведения внутрикостной имплантации. В связи с этим было выполнено трансверсальное расширение альвеолярной кости с применением винтовых горизонтальных дистракторов с одновременной установкой дентальных имплантатов. Спустя 6 месяцев для оценки плотности костной ткани альвеолярной части нижней челюсти в зоне установленных имплантатов была проведена конусно-лучевая компьютерная

томография (КЛКТ). Полученные данные позволили сделать вывод о степени остеоинтеграции имплантатов, что завершило хирургический этап лечения. Пациентка была направлена для продолжения ортопедического лечения (Рисунок 3.3.20–3.3.28).

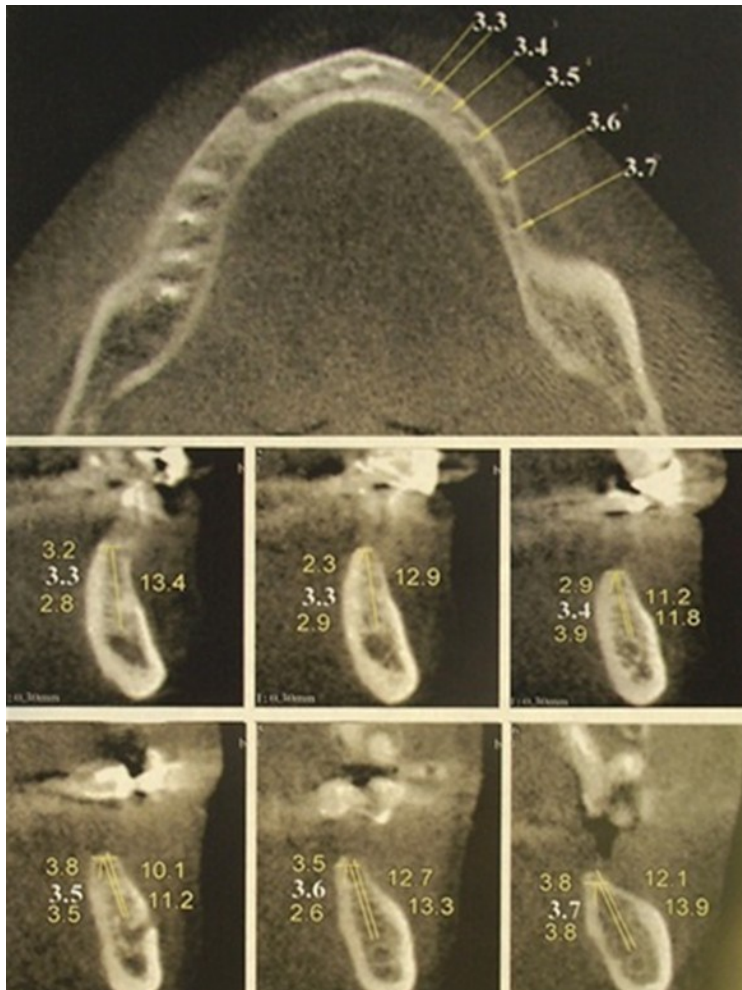


Рисунок 3.3.19. КЛКТ п-тка Р., 1965 г.р. до операции.: отсутствие 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 зубов. Трансверсальная атрофия альвеолярной части в области отсутствующих зубов до 3,2-3,8мм при достаточной высоте (11,2 – 13,4мм) альвеолярной части.

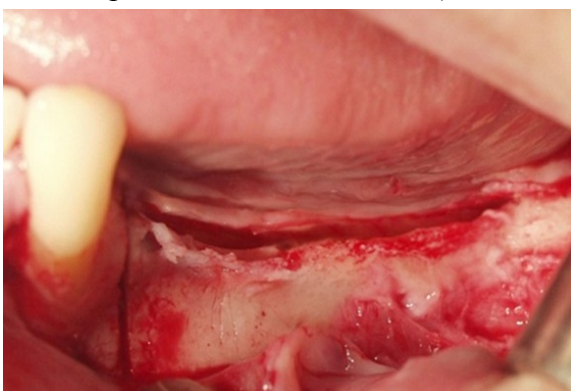


Рисунок 3.3.20. Клиническое состояние в области отсутствующих 33,34,35,36,37.



Рисунок 3.3.21. Произведен распил по гребню альвеолярной части нижней челюсти в области 33,34,35,36, 37 и два вертикальных распила за пределами места имплантации с помощью пьезохирургического скальпеля.

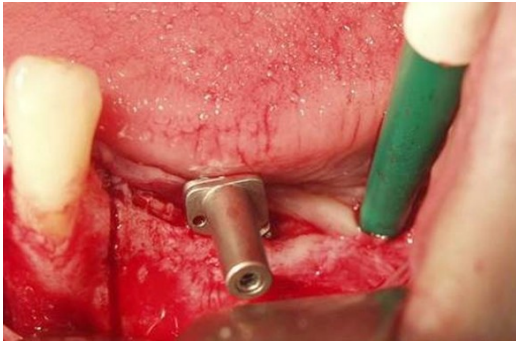


Рисунок 3.3.22. В полученный распил в проекции планирования имплантата установлен горизонтальный винтовой остеотом. Расширение альвеолярной части за счет вестибулярного смещения остеотомированного фрагмента.



Рисунок 3.3.23. С помощью соответствующей отвертки горизонтальный винтовой дистрактор медленно разводится, открывая пространство между кортикальными пластинами для установки конического спредера.



Рисунок 3.3.24. В образовавшееся пространство между кортикальными пластинами установлены дентальные имплантаты.

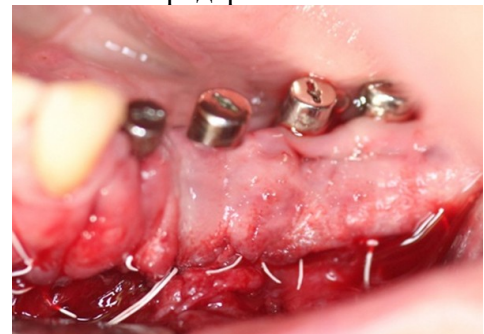


Рисунок 3.3.25. На втором этапе дентальной имплантации проведена вестибулопластика с целью создания прикрепленной слизистой вокруг ортопедических конструкций.



Рисунок 3.3.26. Результат через 2 недели после проведения вестибулопластики.



Рисунок 3.3.27. Установлены абатменты.

Таким образом, в результате проведенного клинико-рентгенологического исследования установлено, что межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой дентальных имплантатов позволяет достичь значимого увеличения ширины альвеолярной кости у пациентов с исходным дефицитом данного параметра в пределах 3,3–4,1 мм. Непосредственно после

операции ширина костного гребня увеличилась в среднем с $3,5 \pm 0,1$ мм до $7,5 \pm 0,1$ мм, что обеспечило возможность установки имплантатов стандартного диаметра с формированием полноценных вестибулярной и оральной кортикальных стенок. Через 6 месяца, к моменту завершения основных фаз репаративного остеогенеза, ширина альвеолярной кости стабилизировалась на уровне $6,9 \pm 0,1$ мм, что соответствует приросту на 92,3% относительно исходных значений. Выявленная резорбция костного регенерата (менее 8% от достигнутого после операции объема) является физиологичной и не влияет на возможность последующего ортопедического лечения.



Рисунок 3.3.28. Готовые ортопедические конструкции в полости рта через 4 мес.

Анализ отдаленных результатов показал высокую выживаемость имплантатов, которая в течение первого года после установки составила 96%. Удаление двух имплантатов было обусловлено отсутствием остеоинтеграции в одном случае и развитием периимплантита на фоне недостаточной гигиены полости рта и осложнений при ортопедическом лечении во втором случае, что не связано непосредственно с техникой расширения костной ткани. Контрольное КЛКТ-исследование, выполненное через 6 месяцев после операции, подтвердило наличие плотной костной ткани вокруг имплантатов, отсутствие рентгенологических зон резорбции и четкие контуры кортикальных пластин, что соответствует критериям успешной остеоинтеграции.

Применение системы горизонтальных винтовых дистракторов «Crest-Control» у пациентов позволило осуществить контролируемое расширение межкортикального пространства с минимальной травмой костной ткани и сохранением целостности кортикальных пластин. Данный подход обеспечил прогнозируемое увеличение ширины гребня до параметров, достаточных для одномоментной установки имплантатов, и не сопровождался интраоперационными осложнениями в виде переломов вестибулярного фрагмента или повреждения мягкотканых структур.

Представленные клинические случаи демонстрируют возможность применения методики как на верхней, так и на нижней челюсти, включая зоны с выраженной атрофией и неблагоприятной пространственной ориентацией альвеолярного отростка. Во всех наблюдениях достигнута стабильная остеointеграция, что подтверждено данными динамического КЛКТ-мониторинга. Полученные результаты свидетельствуют о том, что одномоментная установка имплантатов после межкортикальной остеотомии является эффективным и прогнозируемым методом горизонтальной аугментации при условии строгого соблюдения критериев отбора пациентов, к которым относятся исходная ширина альвеолярной кости не менее 3,5 мм, достаточная плотность губчатого вещества и толщина вестибулярной кортикальной пластины.

Таким образом, результаты проведённого исследования межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой дентальных имплантатов у 21 пациента с исходной атрофией альвеолярной кости (средняя ширина гребня $3,5 \pm 0,1$ мм) позволяют сделать следующие обобщения. Выживаемость имплантатов в течение первого года после установки составила 96,1%, что сопоставимо с показателями отсроченной имплантации и имплантации в нативную костную ткань. Два случая потери имплантатов были обусловлены факторами, не связанными непосредственно с техникой расширения кости: отсутствием остеointеграции в одном наблюдении и развитием периимплантита на фоне недостаточного гигиенического ухода и ортопедических осложнений во втором. Контрольное КЛКТ-исследование через 6 месяцев после операции подтвердило

состоятельность предложенного метода: во всех случаях зафиксировано наличие плотной костной ткани вокруг имплантатов, отсутствие рентгенологических зон разрежения и чёткие контуры кортикальных пластин, что соответствует критериям успешной остеоинтеграции. Применение системы горизонтальных винтовых дистракторов «Crest-Control» у пациентов продемонстрировало возможность контролируемого расширения межкортикального пространства с увеличением ширины между остеотомированными фрагментами до 4 мм при минимальной травме костной ткани и сохранении целостности кортикальных пластин, без интраоперационных осложнений в виде переломов вестибулярного фрагмента или повреждения мягкотканых структур. Представленные клинические случаи подтвердили применимость методики как на верхней, так и на нижней челюсти, включая зоны с выраженной атрофией и неблагоприятной пространственной ориентацией альвеолярного отростка, с достижением стабильной остеоинтеграции во всех наблюдениях. Сформулированы критерии отбора пациентов для данной методики: исходная ширина альвеолярной кости не менее 3,5 мм, достаточная плотность губчатого вещества (150–350 у.е.) и толщина вестибулярной кортикальной пластины не более 1,5 мм. Соблюдение указанных критериев является необходимым условием для прогнозируемого расширения гребня и успешной одномоментной имплантации. Совокупность полученных данных свидетельствует о том, что межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой имплантатов представляет собой эффективный, малотравматичный и прогнозируемый метод горизонтальной аугментации, позволяющий значительно сократить общие сроки реабилитации пациентов с дефицитом ширины альвеолярной кости.

3.4. Сравнительная оценка стабильности дентальных имплантатов при различных методах горизонтальной аугментации альвеолярной кости

Стабильность дентальных имплантатов оценивали с помощью резонансно-частотного анализа на приборе Osstell Mentor. Измерения проводили дважды: непосредственно после установки имплантата (первый

хирургический этап) и через 6 месяцев перед установкой формирователей десны (второй этап). Результаты для каждой группы представлены в таблицах 3.4.1–3.4.6.

Таблица 3.4.1. Показатель ISQ при дентальной имплантации на верхней и нижней челюсти (первый этап внутрикостной дентальной имплантации) (I группа пациентов).

	Дистальный отдел			Передний отдел		
Челюсть	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	61	66	63,4±0,1	63	68	63,1±0,2
Нижняя	63	72	68,2±0,1	65	71	65,3±0,1

Таблица 3.4.2. Показатель ISQ при дентальной имплантации на верхней и нижней челюсти (второй этап внутрикостной дентальной имплантации) (I группа пациентов).

	Дистальный отдел			Передний отдел		
Челюсть	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	60	70	67,2±0,3	62	70	66,3±0,2
Нижняя	65	76	68,1±0,2	64	72	68,1±0,1

В I группе (аутокостная пластика) первичная стабильность имплантатов на верхней челюсти в дистальном отделе составляла в среднем 63,4±0,1 ISQ, в переднем отделе – 63,1±0,2 ISQ. На нижней челюсти эти показатели были выше: 68,2±0,1 ISQ и 65,3±0,1 ISQ соответственно. Ко второму этапу стабильность на верхней челюсти возросла: в дистальном отделе – до 67,2±0,3 ISQ, в переднем – до 66,3±0,2 ISQ. На нижней челюсти значения также увеличились, достигнув 68,1±0,2 ISQ в дистальном отделе и 68,1±0,1 ISQ в переднем отделе, что свидетельствует о завершении основных процессов ремоделирования в зоне трансплантата.

Во II группе (модифицированная аутокостная пластика с остеоперфорацией) первичная стабильность имплантатов на верхней челюсти в дистальном отделе составляла в среднем 66,4±0,1 ISQ, в переднем отделе – 64,3±0,4 ISQ. На нижней челюсти эти показатели были выше: 69,2±0,1 ISQ и 71,3±0,1 ISQ соответственно. Ко второму этапу стабильность на верхней челюсти увеличилась: в дистальном отделе – до 72,2±0,3 ISQ, в переднем – до 67,3±0,2 ISQ. На нижней челюсти также отмечен значительный прирост: в дистальном отделе – до 75,0±0,2 ISQ, в переднем – до 78,1±0,1 ISQ, что

свидетельствует об активном протекании остеоинтеграции и ремоделирования в зоне модифицированного трансплантата.

Таблица 3.4.3. Показатель ISQ при дентальной имплантации на верхней и нижней челюсти (первый этап внутрикостной дентальной имплантации) (II группа пациентов):

	Дистальный отдел			Передний отдел		
Челюсть	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	62	68	66,4±0,1	63	71	64,3±0,4
Нижняя	65	73	69,2±0,1	66	75	71,3±0,1

Таблица 3.4.4. Показатель ISQ при дентальной имплантации на верхней и нижней челюсти (второй этап внутрикостной дентальной имплантации) (II группа пациентов):

	Дистальный отдел			Передний отдел		
Челюсть	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	63	72	72,2±0,3	64	73	67,3±0,2
Нижняя	66	78	75±0,2	65	75	78,1±0,1

Таблица 3.4.5. Показатель ISQ при дентальной имплантации в достаточный объем костной ткани на верхней и нижней челюсти (первый этап внутрикостной дентальной имплантации) (III группа пациентов):

	Дистальный отдел			Передний отдел		
Челюсть	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	56	64	62,4±0,2	63	67	65,3±0,1
Нижняя	61	71	65,3±0,2	64	72	67,6±0,1

Таблица 3.4.6. Показатель ISQ при имплантации после межкортикальной остеотомии альвеолярной костной ткани на верхней и нижней челюсти (второй этап внутрикостной дентальной имплантации) (III группа пациентов):

	Дистальный отдел			Передний отдел		
Челюсть	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	65	70	68,3±0,1	69	72	70,2±0,2
Нижняя	67	75	71,3±0,1	68	74	72,6±0,1

В III группе (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) первичная стабильность имплантатов в дистальном отделе верхней челюсти была несколько ниже, чем в предыдущих группах, и составила 62,4±0,2, однако в переднем отделе верхней челюсти, а также на нижней челюсти показатели были высокими: 65,3±0,1 и 65,3±0,2 (дистальный отдел) / 67,6±0,1 (передний отдел) на нижней челюсти соответственно. К

моменту второго этапа стабильность закономерно повысилась: на верхней челюсти до $68,3 \pm 0,1$ и $70,2 \pm 0,2$ ISQ, на нижней челюсти – до $71,3 \pm 0,1$ и $72,6 \pm 0,1$ ISQ. Высокие значения конечной стабильности в этой группе объясняются тем, что имплантаты устанавливались в сформированную костную ткань после завершения активной фазы ремоделирования, когда ширина гребня уже была увеличена, а минерализация костного регенерата достигла достаточного уровня.

Таблица 3.4.7. Показатель ISQ при имплантации после межкортикальной остеотомии альвеолярной костной ткани на верхней и нижней челюсти с одномоментной установкой дентальных имплантатов (первый этап) (IV группа пациентов)

Челюсть	Дистальный отдел			Передний отдел		
	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	35	44	$41,2 \pm 0,2$	42	49	$46,2 \pm 0,3$
Нижняя	39	48	$44,4 \pm 0,1$	45	50	$48,3 \pm 0,1$

Таблица 3.4.8. Показатель ISQ при имплантации после межкортикальной остеотомии костной ткани на верхней и нижней челюсти с одномоментной установкой дентальных имплантатов (второй этап) (IV группа пациентов)

Челюсть	Дистальный отдел			Передний отдел		
	min	max	среднее значение	min	max	среднее значение
Верхняя	61	70	$65,3 \pm 0,1$	66	71	$68,4 \pm 0,3$
Нижняя	65	72	$71,2 \pm 0,1$	67	73	$69,2 \pm 0,1$

Наиболее низкие значения первичной стабильности зафиксированы в IV группе (одномоментная имплантация). Средние показатели ISQ при установке составляли на верхней челюсти $41,2 \pm 0,2$ (дистальный отдел) и $46,2 \pm 0,3$ (передний отдел), на нижней челюсти – $44,4 \pm 0,1$ и $48,3 \pm 0,1$. Такие значения объясняются тем, что имплантаты фиксировались в условиях мобилизованного кортикального фрагмента и только что уложенного остеопластического материала, без сформированной нативной кости по вестибулярной поверхности. Однако к моменту второго этапа (через 6 месяцев) стабильность значительно возросла: на верхней челюсти ISQ достиг $65,3 \pm 0,1$ и $68,4 \pm 0,3$, на нижней челюсти – $71,2 \pm 0,1$ и $69,2 \pm 0,1$. Прирост составил в среднем 24 единицы ISQ, что свидетельствует об активном протекании остеоинтеграции и ремоделировании костной ткани вокруг

дентальных имплантатов. Итоговые показатели стабильности в IV группе оказались сопоставимы с таковыми в III группе ($p>0,05$) и даже несколько превысили значения I группы ($p<0,05$).

Сравнительный анализ данных всех групп показывает, что во всех наблюдениях стабильность имплантатов в переднем отделе была выше, чем в дистальном в ряде подгрупп, что соответствует известным анатомическим особенностям: в передних отделах челюстей плотность костной ткани, как правило, выше. На нижней челюсти показатели ISQ во всех группах были выше, чем на верхней, что также объясняется более высокой плотностью кортикального слоя и меньшей степенью пневматизации.

Таким образом, результаты резонансно-частотного анализа продемонстрировали различную динамику показателя ISQ в зависимости от выбранного метода горизонтальной аугментации. В I группе (аутокостная пластика) отмечен умеренный прирост стабильности к моменту второго этапа. Во II группе (модифицированная методика) зафиксирована наиболее выраженная положительная динамика, особенно на нижней челюсти, что подтверждает эффективность модифицированной методики. В группе межкортикальной остеотомии с отсроченной имплантацией (III группа) фиксировались стабильно высокие значения ISQ как на этапе установки, так и через 6 месяцев, что подтверждает эффективность двухэтапного подхода. Наиболее показательной оказалась динамика в IV группе (межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой дентальных имплантатов): несмотря на самые низкие значения первичной стабильности (41,2–48,3 ед. ISQ), к моменту второго хирургического этапа наблюдался выраженный прирост показателя (в среднем на 24 ед.), достигающий значений, сопоставимых с I и III группами. Полученные данные свидетельствуют о том, что метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов при условии соблюдения протокола позволяет достичь полноценной остеоинтеграции, несмотря на низкую первичную механическую стабильность.

3.5. Клинико-рентгенологическая оценка резорбции альвеолярной кости вокруг дентальных имплантатов у пациентов с различными методами аугментации

В исследование включено 95 пациентов с дефицитом ширины альвеолярной кости, которым было установлено в общей сложности 193 дентальных имплантата. Распределение пациентов по виду оперативного вмешательства представлено в таблице 1. В I группу (аутокостная пластика с помощью костных блоков) вошли 26 пациентов, которым установлено 42 имплантата. Во II группу (аутокостная пластика с использованием набора Transfer Control) включены 24 пациента с 48 имплантатами. III группу (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) составили 24 пациента с 54 имплантатами. В IV группу (межкортикальная остеотомия с одномоментной имплантацией) вошёл 21 пациент, которому было установлено 49 имплантатов (первоначально 51, два удалены из-за периимплантита, выживаемость за первый год составила 96,1%). Все группы были сопоставимы по полу, возрасту и исходным клинико-рентгенологическим характеристикам.

Динамика резорбции альвеолярной кости по высоте в области имплантатов оценивалась через 6 и 12 месяцев после установки имплантатов. Результаты для каждой группы представлены в таблицах 3.5.1.-3

Таблица 3.5.1. Изменение резорбции альвеолярной костной ткани по высоте в области имплантатов у пациентов I группы (n = 42)

Степень резорбции альвеолярной костной ткани (мм)		Период наблюдения			
		6 месяцев		12 месяцев	
Выраженность признака	мм	Абс.	%	Абс	%
Отсутствует	0 мм	3	(7,1%)	0	(0,0%)
Начальные признаки	менее 0,5 мм	18	(42,9%)	13	(31,0%)
Умеренно выраженная	от 0,6 до 1,0 мм	17	(40,5%)	25	(59,5%)
Выраженная	от 1,1 до 1,5 мм	3	(7,1%)	3	(7,1%)
Резко выраженная	более 1,6 мм	1	(2,4%)	1	(2,4%)
ВСЕГО:		42	(100%)	42	(100%)

Таблица 3.5.2. Изменение резорбции альвеолярной костной ткани по высоте в области имплантатов у пациентов II группы (n = 48)

Степень резорбции	Период наблюдения
-------------------	-------------------

альвеолярной костной ткани (мм)		6 месяцев		12 месяцев	
Выраженность признака	мм	Абс.	%	Абс.	%
Отсутствует	0 мм	3	(6,25%)	0	(0,0%)
Начальные признаки	менее 0,5 мм	24	(50,0%)	23	(48,0%)
Умеренно выраженная	от 0,6 до 1,0 мм	17	(35,4%)	22	(45,8%)
Выраженная	от 1,1 до 1,5 мм	3	(6,25%)	3	(6,25%)
Резко выраженная	более 1,6 мм	1	(2,1%)	1	(2,1%)
ВСЕГО:		48	(100%)	48	(100%)

Анализ динамики резорбции в каждой группе. В I группе через 6 месяцев после установки имплантатов отсутствие резорбции зарегистрировано у 3 имплантатов (7,1%). Начальные признаки (менее 0,5 мм) преобладали и составили 42,9% (18 имплантатов), умеренно выраженная резорбция выявлена у 40,5% (17 имплантатов). Выраженная и резко выраженная резорбция встречались редко – 7,1% и 2,4% соответственно. К 12 месяцам картина существенно изменилась: отсутствие резорбции не наблюдалось ни у одного имплантата, доля начальных признаков снизилась до 31,0% (13 имплантатов), тогда как доля умеренно выраженной резорбции возросла до 59,5% (25 имплантатов). Показатели выраженной и резко выраженной резорбции остались без изменений – 7,1% и 2,4% соответственно. Таким образом, в I группе за период с 6 по 12 месяцев произошёл переход 5 имплантатов из категории начальной резорбции в категорию умеренной, что свидетельствует о постепенном, но неуклонном прогрессировании резорбции в условиях аутокостной пластики стандартными блоками.

Таблица 3.5.3. Изменение резорбции альвеолярной костной ткани по высоте в области имплантатов у пациентов III группы (n = 54)

Степень резорбции альвеолярной кости (мм)		Период наблюдения			
		6 месяцев		12 месяцев	
Выраженность признака	мм	Абс.	%	Абс.	%
Отсутствует	0 мм	2	3,8%	1	1,9%
Начальные признаки	менее 0,5 мм	17	31,3%	11	20,3%
Умеренно выраженная	от 0,6 до 1,0 мм	30	55,4%	35	64,8%
Выраженная	от 1,1 до 1,5 мм	4	7,6%	5	9,2%
Резко выраженная	более 1,6 мм	1	1,9%	2	3,8%
ВСЕГО:		54	100%	54	100%

Таблица 3.5.4. Изменение резорбции альвеолярной кости вокруг дентальных имплантатов у пациентов IV группы (n = 49)

Степень резорбции альвеолярной кости (мм)		Период наблюдения	
		6 месяцев	12 месяцев

Выраженность признака	мм	Абс.	%	Абс.	%
Отсутствует	0 мм	6	6,1%	0	0,0%
Начальные признаки	менее 0,5 мм	30	32,6%	22	22,4%
Умеренно выраженная	от 0,6 до 1,0 мм	52	51,1%	62	63,3%
Выраженная	от 1,1 до 1,5 мм	8	8,1%	10	10,1%
Резко выраженная	более 1,6 мм	2	2,1%	4	4,2%
ВСЕГО:		49	100%	49	100%

Во II группе через 6 месяцев отсутствие резорбции отмечено у 3 имплантатов (6,25%), начальные признаки – у 24 имплантатов (50,0%), что является максимальным значением среди всех групп. Умеренно выраженная резорбция зафиксирована у 17 имплантатов (35,4%), выраженная и резко выраженная – у 3 (6,25%) и 1 (2,1%) соответственно. К 12 месяцам отсутствие резорбции также не регистрировалось. Доля начальных признаков снизилась незначительно – до 48,0% (23 имплантата), умеренно выраженная резорбция увеличилась до 45,8% (22 имплантата). Выраженная и резко выраженная резорбция остались на прежнем уровне – 6,25% и 2,1%. Обращает на себя внимание тот факт, что во II группе, несмотря на модифицированную методику аутокостной пластики с перфорацией и использованием Transfer Control, доля имплантатов с начальными признаками резорбции через 12 месяцев оставалась очень высокой (48,0%), что статистически значимо выше, чем в III и IV группах ($p < 0,05$). Лишь 1 имплантат перешёл из начальной категории в умеренную за второе полугодие, что может указывать на замедленные темпы ремоделирования и более длительное сохранение минимальной резорбции при данном виде аугментации.

В III группе (межкортикальная остеотомия с отсроченной имплантацией) через 6 месяцев отсутствие резорбции зарегистрировано у 2 имплантатов (3,8%), начальные признаки – у 17 (31,3%), умеренно выраженная резорбция – у 30 (55,4%). Выраженная резорбция выявлена у 4 имплантатов (7,6%), резко выраженная – у 1 (1,9%). К 12 месяцам отсутствие резорбции сохранилось лишь у 1 имплантата (1,9%). Доля начальных признаков снизилась до 20,3% (11 имплантатов), тогда как умеренно выраженная резорбция увеличилась до 64,8% (35 имплантатов). Выраженная резорбция возросла до

9,2% (5 имплантатов), резко выраженная – до 3,8% (2 имплантата). В этой группе наблюдается наиболее активный переход из начальной степени в умеренную: за 6 месяцев 6 имплантатов сменили категорию. Кроме того, в III группе впервые зафиксировано небольшое, но статистически незначимое увеличение доли выраженной и резко выраженной резорбции, что может быть связано с индивидуальными особенностями пациентов и не отражает общей тенденции.

В IV группе (межкортикальная остеотомия с одномоментной имплантацией) через 6 месяцев отсутствие резорбции отмечено у 3 имплантатов (6,1%), начальные признаки – у 15 (32,6%), умеренно выраженная резорбция – у 26 (51,1%). Выраженная резорбция выявлена у 4 имплантатов (8,1%), резко выраженная – у 1 (2,1%). К 12 месяцам отсутствие резорбции не наблюдалось, доля начальных признаков снизилась до 22,4% (11 имплантатов), умеренно выраженная резорбция увеличилась до 63,3% (31 имплантат). Выраженная резорбция возросла до 10,1% (5 имплантатов), резко выраженная – до 4,2% (2 имплантата). Динамика в IV группе практически идентична таковой в III группе: активный переход имплантатов из начальной категории в умеренную (4 имплантата), а также незначительное увеличение числа случаев с выраженной и резко выраженной резорбцией. Важно подчеркнуть, что, несмотря на самую низкую первичную стабильность имплантатов в IV группе (как показано в предыдущих публикациях), конечные показатели резорбции через 12 месяцев не отличаются от таковых в III группе: доля начальной резорбции составила 22,4% против 20,3% в III группе (разница статистически незначима, $p > 0,05$).

Сравнительный анализ между группами. При сопоставлении групп между собой выявлены следующие закономерности. Через 6 месяцев наиболее высокая доля начальной резорбции зафиксирована во II группе (50,0%), а наиболее низкая – в III группе (31,3%) и IV группе (32,6%) ($p < 0,05$ для сравнения II с III и IV). Доля умеренно выраженной резорбции через 6 месяцев, напротив, была максимальной в III группе (55,4%) и минимальной во II группе (35,4%) ($p < 0,05$). Через 12 месяцев различия сохранились: во II группе доля

начальной резорбции оставалась высокой (48,0%), тогда как в III и IV группах она снизилась до 20,3% и 22,4% соответственно ($p < 0,01$). Умеренно выраженная резорбция через 12 месяцев преобладала в III (64,8%) и IV (63,3%) группах, уступая в I (59,5%) и особенно во II (45,8%) группе ($p < 0,05$ для II против III и IV). Частота выраженной и резко выраженной резорбции через 12 месяцев была сопоставима во всех группах и не превышала 10,1% и 4,2% соответственно, что указывает на отсутствие клинически значимой деструкции костной ткани вокруг имплантатов при всех изученных методах аугментации.

Таким образом, межкортикальная остеотомия (III и IV группы) ассоциируется с более быстрым переходом резорбции из начальной стадии в умеренную, что, вероятно, отражает более активные регенеративные процессы в костной ткани после межкортикальной остеотомии гребня по сравнению с аутокостной пластикой. В группах аутокостной пластики (I и II группы) процесс резорбции протекает медленнее, особенно во II группе, где доля начальной резорбции через 12 месяцев остаётся высокой, что может свидетельствовать о затянувшемся ремоделировании трансплантата. Выживаемость имплантатов в IV группе за первый год составила 96,1%, что сопоставимо с литературными данными и подтверждает клиническую эффективность метода межкортикальной остеотомии с одномоментной имплантацией при строгом отборе пациентов (Tomar и Rawat, 2025; Vorovenсі и соавт., 2024). Полученные результаты позволяют объективно охарактеризовать динамику резорбции альвеолярной кости в зависимости от метода горизонтальной аугментации и срока наблюдения, что имеет значение для выбора оптимальной хирургической тактики и прогнозирования долгосрочных исходов лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании проведена сравнительная клинико-рентгенологическая оценка резорбции альвеолярной кости вокруг дентальных имплантатов при различных методах костной пластики при атрофии альвеолярной кости по ширине. Полученные данные

демонстрируют, что метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой дентальных имплантатов (IV группа) характеризуется наиболее благоприятной динамикой резорбции: доля начальных признаков резорбции (менее 0,5 мм) через 12 месяцев составила 22,4%, а умеренно выраженная резорбция (0,6–1,0 мм) – 63,3%, что сопоставимо с показателями III группы (отсроченная имплантация после остеотомии) и превосходит результаты I и II групп (аутокостная пластика). При этом частота выраженной (1,1–1,5 мм) и резко выраженной (более 1,6 мм) резорбции во всех группах не превышала 10,1% и 4,2% соответственно, что указывает на клиническую приемлемость всех изученных методов при условии строгого отбора пациентов. Важно отметить, что в IV группе, несмотря на самые низкие значения первичной стабильности имплантатов (как показано в предыдущих публикациях), конечные показатели резорбции через 12 месяцев не отличались от III группы, а выживаемость имплантатов за первый год составила 96,1%, что согласуется с данными систематических обзоров о высокой выживаемости имплантатов при использовании метода расщепления гребня (Tomar и Rawat, 2025; Vorovenci и соавт., 2024).

Сравнение полученных результатов с данными литературы показывает их соответствие работам, в которых также отмечается активное ремоделирование костной ткани после межкортикальной остеотомии с достижением стабильных показателей краевой резорбции в пределах 0,5–1,0 мм к 12 месяцам наблюдения (Luo и соавт., 2024; Dergin и Emre, 2024; Elsaieed и соавт., 2024). В систематическом обзоре Starch-Jensen и Becktor (2019) показано, что метод расщепления гребня обеспечивает предсказуемый прирост ширины кости (в среднем 3,5–4,0 мм) и низкую резорбцию в отдалённые сроки. Наши данные подтверждают это: в IV группе исходная ширина кости $3,5 \pm 0,1$ мм увеличилась до $7,5 \pm 0,1$ мм после операции, а усадка регенерата за 4–6 месяцев не превысила 8%. В группах аутокостной пластики (I и II группы) динамика резорбции оказалась иной. Во II группе (модифицированная методика с перфорацией и использованием Transfer Control) доля начальных признаков резорбции через 12 месяцев оставалась

высокой (48,0%), что статистически значимо выше, чем в III и IV группах ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о более длительном ремоделировании трансплантата и замедленном переходе минимальной резорбции в умеренную. Данное наблюдение согласуется с литературными данными о непредсказуемой резорбции аутотрансплантатов, которая может достигать 20–30% в течение первого года, и более длительных сроках интеграции (Salahi и соавт., 2025; Bazal-Bonelli и соавт., 2022; Formiga и соавт., 2022). Вместе с тем выраженная резорбция в группах аутокостной пластики не превышала 7,1%, что говорит о достаточной эффективности метода при правильном выполнении.

Важным результатом исследования является выявленная зависимость динамики резорбции от метода аугментации. В III и IV группах (межкортикальная остеотомия) наблюдался более активный переход из начальной степени резорбции в умеренную за период с 6 по 12 месяцев: в III группе 6 имплантатов сменили категорию, в IV группе – 4, в то время как в I группе – 5, а во II группе – только 1. Это может отражать более активные репаративные процессы в костной ткани после расщепления гребня, что объясняется сохранением кровоснабжения мобилизованного кортикального фрагмента и созданием оптимальных условий для остеоинтеграции (Mohamed и соавт., 2023; Siddiqui и Sosovicka, 2022). Напротив, в группе аутокостной пластики с перфорацией (II группа) процессы ремоделирования протекают медленнее, что может быть связано с необходимостью полной перестройки трансплантата и его реваскуляризации. Полученные данные согласуются с результатами исследований, в которых модифицированные методики аутокостной пластики не всегда демонстрируют преимущества перед стандартными в отношении динамики резорбции (Liu и соавт., 2025; Razaghi и соавт., 2025).

Ограничениями настоящего исследования являются относительно небольшой размер выборки в каждой группе (от 21 до 26 пациентов), что не позволяет проводить стратифицированный анализ по факторам, влияющим на резорбцию (возраст, пол, курение, сопутствующие заболевания). Кроме

того, срок наблюдения ограничен 12 месяцами, поэтому оценка долгосрочной динамики резорбции и стабильности краевой костной ткани требует продолжения исследования. Перспективным направлением является анализ отдалённых результатов через 24–36 месяцев для выявления возможной прогрессии резорбции и оценки влияния функциональной нагрузки на костную ткань вокруг имплантатов, установленных различными методами. Также следует учитывать, что рентгенологическая оценка резорбции проводилась на мультипланарных реконструкциях КЛКТ, что обеспечило высокую точность измерений (коэффициент внутриклассовой корреляции 0,94), однако возможны индивидуальные особенности анатомии пациентов, которые могли повлиять на результаты.

Таким образом, полученные данные позволяют объективно охарактеризовать динамику резорбции альвеолярной кости в зависимости от метода горизонтальной аугментации. Метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов, несмотря на низкую первичную стабильность, обеспечивает благоприятную динамику резорбции с быстрым переходом из начальной стадии в умеренную и достижением показателей, сопоставимых с отсроченной имплантацией. Высокая выживаемость имплантатов (96,1% в IV группе) и низкая частота выраженной резорбции подтверждают клиническую эффективность метода при строгом отборе пациентов. Полученные результаты могут служить основой для выработки клинических рекомендаций по выбору метода горизонтальной аугментации в зависимости от клинической ситуации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое рентгенологическое исследование показало, что все рассмотренные методы горизонтальной аугментации альвеолярной кости (аутокостная пластика стандартными и модифицированным методом, межкортикальная остеотомия с отсроченной и одномоментной установкой имплантатов) обеспечивают приемлемые показатели краевой резорбции альвеолярной кости через 12 месяцев наблюдения. Однако динамика

резорбции существенно различается в зависимости от выбранной хирургической тактики. Наиболее благоприятная динамика с активным переходом из начальной степени резорбции (менее 0,5 мм) в умеренную (0,6–1,0 мм) и низкой долей выраженной резорбции (не более 10,1%) отмечена в группах межкортикальной остеотомии, особенно при одномоментной установке имплантатов.

Метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов (IV группа) характеризуется наиболее быстрым переходом резорбции из начальной стадии в умеренную, что отражает активные репаративные процессы в костной ткани после расщепления гребня. Выживаемость имплантатов в этой группе за первый год составила 96,1%, а частота выраженной и резко выраженной резорбции не превышала 10,1% и 4,2% соответственно, что сопоставимо с результатами отсроченной имплантации после остеотомии. Полученные данные подтверждают, что низкая первичная стабильность при одномоментной имплантации не является прогностически неблагоприятным фактором для долгосрочной стабильности костной ткани.

Результаты работы подтверждают, что ключевым условием успеха при всех методах является строгий отбор пациентов на основании данных КЛКТ с оценкой исходной ширины альвеолярной кости, толщины кортикальных пластин и анатомических особенностей. Использование стандартизированной рентгенологической оценки резорбции альвеолярной кости даёт возможность объективно контролировать процессы ремоделирования и определять оптимальные сроки функциональной нагрузки. Полученные данные могут служить основой для выработки клинических рекомендаций по выбору метода горизонтальной аугментации в зависимости от клинической ситуации, а также для планирования дальнейших исследований, направленных на оценку долгосрочной стабильности результатов лечения.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило провести сравнительную оценку эффективности стандартной и модифицированной методик аутокостной пластики с использованием костных блоков у пациентов с исходным дефицитом ширины альвеолярного гребня. Включение в хирургический протокол сквозной остеоперфорации фиксированного костный трансплантата и подлежащего ложа сопровождается значительным улучшением результатов реконструкции. Доля хороших исходов во второй группе составила 91,7%, что в 1,83 раза превышает аналогичный показатель в контрольной группе (50%). При этом во второй группе отсутствовали случаи значительной резорбции блока (0% условно удовлетворительных результатов), тогда как в первой группе такие исходы наблюдались у 16,6% пациентов. Выявленные различия объясняются изменением условий васкуляризации трансплантата при создании сквозных перфорационных каналов. При стандартной технике реваскуляризация блока происходит с периферии, от зон контакта с мягкими тканями и по краям соприкосновения с костным ложем. Плотный кортикальный слой, сохраняющийся на большей части поверхности блока и ложа, выступает барьером для прорастания капилляров, что приводит к ишемии центральных отделов трансплантата. Результатом становится асептический некроз и последующая резорбция части объема, клинически проявляющаяся снижением плотности и фрагментацией кортикальной пластинки на контрольных томограммах, как это наблюдалось в 33,3% случаев первой группы (удовлетворительный результат) и в 16,6% (условно удовлетворительный результат). Данные наблюдения согласуются с выводами Motamedian S.R. с соавторами (2016) [81] и Ismail M. с соавторами (2025) [58] о прямой зависимости объема сохранившейся кости от скорости и полноты реваскуляризации кортикальных аутооттрансплантатов.

Модифицированная методика обеспечивает путь для миграции мезенхимальных клеток и прорастания сосудов непосредственно из костномозговых пространств реципиентной зоны в толщу блока. Сквозные остеоперфорации, созданные после плотной фиксации, соединяют сосудистые русла ложа и трансплантата, запуская процесс остеогенеза не только по периферии, но и во внутренних отделах, что предотвращает развитие ишемического некроза и способствует сохранению исходного объема костного трансплантата и использование ксеногенного материала, обладающего остеокондуктивными свойствами, создает дополнительный матрикс, направляющий рост костной ткани (Schwarz F. et al., 2007). Применение резорбируемой мембраны обеспечивает изоляцию зоны регенерации от влияния мягких тканей, что соответствует условиям направленной костной регенерации [130]. Полученные результаты согласуются с данными Jensen S.S. и Terheyden H. (2009), которые подчеркивали, что создание сообщения между трансплантатом и сосудистым руслом ложа является критическим фактором для успешной остеоинтеграции [60]. Starch-Jensen T. с соавторами (2022) в систематическом обзоре, посвященном аутогенным костным блокам, отметили, что методики, улучшающие васкуляризацию (перфорация, использование богатого тромбоцитами фибрина), ассоциированы с более высокой прогнозируемостью результатов операции. В наблюдениях второй группы, отнесенных к удовлетворительным (8,3%), степень резорбции была минимальной и не препятствовала последующей имплантации, что позволяет говорить о высокой надежности предложенного протокола [120]. Доля хороших результатов в контрольной группе (50%) находится в диапазоне, описанном для стандартной техники аутокостной пластики: Khoury F. и Hanser T. (2019) [63] сообщали о 30–60% сохранения объема кортикальных блоков, Nissan J. с соавторами (2011) [84] отмечали резорбцию до 25% объема как ожидаемую даже при успешной интеграции. Высокая доля условно удовлетворительных исходов (16,6%) в стандартной группе указывает на недостаточную прогнозируемость метода и обосновывает

необходимость его модификации. Улучшение результатов во второй группе достигнуто без увеличения травматичности и продолжительности операции. Хирургический протокол был дополнен максимально точной припасовке костного трансплантата при подготовке реципиентской зоны и сквозной остеоперфорацией фиксированного блока и подлежащего костного ложа. Сквозная остеоперфорация является технически простым методом, не требующим дополнительного инструментария и не удлиняющим послеоперационное восстановление.

Предложенная модификация отличается от более сложных методов, таких как использование васкуляризированных трансплантатов или дистракционный остеогенез, которые сопряжены с большей инвазивностью и риском осложнений (Cordaro L. et al., 2011; Sanz-Sánchez I. et al., 2025). Ограничения настоящего исследования включают оценку результатов по данным КЛКТ, которая не позволяет судить о микроструктурных особенностях регенерата, срок наблюдения, ограниченный 6–8 месяцами, что не отражает долгосрочную динамику объема кости под нагрузкой, а также размер выборки, требующий подтверждения на более крупных когортах.

Клиническая эффективность и прогнозируемость методики межкортикальной остеотомии с отсроченной дентальной имплантацией подтверждены у пациентов с исходным дефицитом ширины альвеолярной кости в пределах 3,5–4,0 мм. Отбор пациентов на основании минимальной ширины кости (не менее 3,5 мм) и толщины вестибулярной кортикальной пластины (не менее 1,5 мм) является патогенетически обоснованным, поскольку данные параметры критичны для сохранения жизнеспособности мобилизуемого фрагмента. Результаты КЛКТ-мониторинга показали, что наличие сохранной кортикальной пластины позволило избежать таких осложнений, как асептический некроз или полный лизис смещенного блока. Во всех 24 наблюдениях фрагмент сохранил целостность, и через 6 месяцев после операции его ширина в составе реконструированного альвеолярного гребня стабильно определялась при томографическом исследовании. У 91,7% пациентов в смещенном костном фрагменте наблюдались

рентгенологические признаки остеопороза (снижение плотности и нечеткость контуров), что отражает физиологическую реакцию костной ткани на операционную травму и последующую реваскуляризацию. После мобилизации костного фрагмента его кровоснабжение временно нарушается и восстанавливается за счет прорастания сосудов из подлежащего губчатого вещества и надкостницы. Процессы резорбции костных структур остеокластами, сопровождающие ангиогенез, рентгенологически проявляются как участки разрежения; таким образом, картина остеопороза является маркером активной фазы репаративного ремоделирования, предшествующей фазе костеобразования. Динамика плотности губчатого вещества подтверждает эту интерпретацию: увеличение показателей у 79,2% пациентов в зоне вмешательства через 6 месяцев после остеотомии свидетельствует о начале процессов минерализации новообразованного матрикса вокруг гранул костно-пластического материала, что согласуется с концепцией остеокондукции. Конечная ширина альвеолярной кости, зафиксированная перед имплантацией ($5,9 \pm 0,1$ мм), оказалась меньше, чем непосредственно после операции ($7,2 \pm 0,3$ мм). Резорбция альвеолярной кости (около 15%) связана с первичной компрессией материала, частичной его резорбцией и уплотнением регенерата в процессе регенерации. Итоговая ширина превышает минимально необходимую для установки имплантатов стандартного диаметра (3,5–4,0 мм) с сохранением вестибулярной и оральной стенок толщиной не менее 1,5–2,0 мм. Выявлена возможность коррекции пространственной ориентации альвеолярной части: у 62,5% пациентов с исходным язычным наклоном альвеолярного гребня достигнута нормализация его вертикальной оси. Данный эффект имеет биомеханическое значение, поскольку при выраженном язычном наклоне установка имплантата в позиции, обеспечивающей его полное погружение в кость, приводит к отклонению его оси, создает неблагоприятный угол передачи жевательной нагрузки, вызывает перегрузку кортикальной пластины с вестибулярной стороны в области шейки и повышает риск резорбции кости или поломки ортопедической конструкции. Межкортикальная остеотомия,

позволяющая расширить альвеолярный гребень и изменить положение его вестибулярной стенки за счет ротации мобилизованного костного фрагмента, дает возможность сместить ось будущего имплантата в более вертикальное положение, ориентируя ее на жевательный центр зуба-антагониста, что подтверждается данными послеоперационной КЛКТ.

Значимую роль в реализации данного подхода сыграло использование ультразвукового скальпеля. Традиционные методики расширения альвеолярного гребня с использованием хирургического долота или дисковых пил сопряжены с более высокой травматичностью, риском неконтролируемых переломов и повреждением мягких тканей. Ультразвуковая хирургия обеспечивает селективное препарирование альвеолярной кости, что критично при работе вблизи нижелуночкового нерва. Минимальная амплитуда колебаний и отсутствие макровибрации позволяют выполнить распилы с высокой точностью, сохраняя надкостницу на вестибулярном фрагменте, которая является основным источником его кровоснабжения. Щадящий характер остеотомии обеспечил высокую частоту (91,7%) признаков жизнеспособности фрагмента в ранние сроки и его последующую реминерализацию. Совокупность полученных данных позволяет рассматривать межкортикальную остеотомию не только как способ расширения кости, но и как метод управляемой регенерации, позволяющий увеличить ширину альвеолярного гребня в среднем с $3,5 \pm 0,1$ мм до $5,9 \pm 0,1$ мм и в значительном проценте случаев оптимизировать пространственную ориентацию. Динамическое КЛКТ-наблюдение позволило объективизировать процессы ремоделирования и установить их временные параметры. Картина транзиторного остеопороза в смещенном фрагменте является рентгенологическим отражением фазы реваскуляризации и резорбции, обязательной для последующего костеобразования. Снижение плотности с последующим восстановлением и повышением указывает на полноценное течение репаративных процессов и высокую остеогенную потенцию реципиентного ложа. Срок в 6 месяцев от остеотомии до дентальной имплантации является достаточным для завершения активной

фазы ремоделирования и формирования стабильного костно-материального комплекса, способного обеспечить первичную фиксацию имплантата.

Межкортикальная остеотомия с одномоментной установкой дентальных имплантатов признана эффективным методом горизонтальной аугментации у пациентов с исходным дефицитом ширины альвеолярной кости в пределах 3,5–4,0 мм. Полученные результаты согласуются с данными ранее опубликованных работ, подтверждающих высокую прогнозируемость методики расщепления альвеолярного гребня при соблюдении строгих показаний [25, 36]. Прирост ширины альвеолярной кости через 6 месяца после операции составил 92,3% относительно исходных значений, что сопоставимо с результатами других авторов, сообщающих об увеличении ширины гребня на 80–100% при использовании аналогичных техник [3, 73].

Параметром, определяющим возможность выполнения одномоментной имплантации, является исходная ширина альвеолярной кости. В данной работе минимальная ширина гребня, при которой выполнялось вмешательство, составила 3,3 мм. Выбор данного порогового значения имеет анатомо-биомеханическое обоснование: при меньшей толщине кости риск неконтролируемого перелома вестибулярного кортикального фрагмента в процессе его мобилизации возрастает многократно, что может привести к полной утрате реконструктивного потенциала методики [65, 136]. При исходной ширине альвеолярного гребня от 3,5 мм и наличии вестибулярной кортикальной пластины толщиной не более 1,5 мм удастся безопасно выполнить остеотомию и мобилизовать фрагмент без его повреждения. Непосредственно после операции ширина гребня составила $7,5 \pm 0,1$ мм, что превышало необходимый минимум для установки имплантатов стандартного диаметра (3,5–4,0 мм) с формированием вестибулярной и оральной стенок толщиной не менее 1,5 мм. Через 6 месяцев наблюдения отмечено уменьшение ширины до $6,9 \pm 0,1$ мм. Резорбция костного регенерата (менее 8% от достигнутого объема) связана с физиологическими процессами ремоделирования, включающими первичную компрессию остеопластического материала, его частичную резорбцию и уплотнение

новообразованной костной ткани [14]. Итоговая ширина костного гребня превышает минимально необходимую для долгосрочной стабильности имплантатов, что согласуется с данными Арутюнова и др. (2024) [2] о критическом значении сохранения толщины вестибулярной стенки не менее 1,5 мм для профилактики резорбции кости в области шейки имплантата. Показатель выживаемости имплантатов в течение первого года составил 96%, что соответствует данным систематических обзоров, в которых успешность имплантации в области расширенных гребней варьирует от 95 до 98% [126]. Два имплантата были удалены: один – в связи с отсутствием остеоинтеграции, второй – спустя 7 месяцев вследствие развития периимплантита на фоне недостаточной гигиены полости рта и осложнений при ортопедическом лечении. Оба случая не связаны непосредственно с техникой расширения костной ткани, а обусловлены индивидуальными особенностями репаративного потенциала и качеством последующего ортопедического лечения и гигиенического ухода, что согласуется с выводами Elsayuad и др. (2024) [45]. Применение системы горизонтальных винтовых дистракторов «Crest-Control» у пациентов позволило осуществить контролируемое расширение межкортикального пространства с минимальной травмой альвеолярной кости, что особенно важно при работе в анатомически сложных зонах, таких как нижняя челюсть в проекции нижнечелюстного канала [73]. Во всех случаях применения данного инструментария достигнуто необходимое расширение без интраоперационных осложнений.

В настоящем исследовании проведена сравнительная оценка стабильности дентальных имплантатов при различных методах горизонтальной аугментации с использованием резонансно-частотного анализа. Метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов характеризуется наиболее низкими значениями первичной стабильности (41,2–48,3 ISQ), однако к моменту второго хирургического этапа показатели достигают величин, сопоставимых с отсроченной имплантацией после остеотомии и с имплантацией в нативную кость (65,3–

71,2 ISQ). Прирост ISQ в данной группе составил в среднем 24 единицы, что превышает динамику в группах с отсроченной имплантацией и аутокостной пластикой. Данная закономерность объясняется особенностями репаративного остеогенеза: при одномоментной методике имплантат фиксируется в условиях мобилизованного кортикального фрагмента и гранулированного ксеногенного материала, что обеспечивает механическую первичную стабильность. В последующие месяцы происходит активная перестройка костной ткани вокруг имплантата, остеоинтеграция и минерализация регенерата, что подтверждается ростом ISQ. Сравнение полученных результатов с данными литературы показывает их соответствие работам, в которых также отмечается низкая первичная стабильность при одномоментной имплантации в расщепленный гребень с последующим достижением высоких значений ISQ через 6 месяцев. В исследовании Blus и Szmukler-Moncler (2010) [24] средние значения первичной стабильности составляли 45–50 ISQ, а к моменту нагрузки повышались до 68–72 ISQ, что близко к представленным данным. Показатели ISQ в группе межкортикальной остеотомии с отсроченной имплантацией были выше при первичной фиксации (62,4–67,6 ISQ) и сохранялись на высоком уровне (68,3–72,6 ISQ) ко второму этапу. Имплантаты устанавливались в сформированную костную ткань после завершения активной фазы ремоделирования, когда ширина гребня уже была увеличена, а минерализация регенерата достигла достаточного уровня. В группах аутокостной пластики показатели стабильности имплантатов на этапе установки и через 6 месяцев были ниже по сравнению с группами межкортикальной остеотомии, особенно на верхней челюсти (вторичная стабильность 66,3–68,1 ISQ против 68,3–72,6 ISQ). Данное различие, не достигшее статистической значимости, может отражать менее благоприятные условия для остеоинтеграции в зоне аутоотрансплантата, где процесс ремоделирования продолжается более длительное время, а плотность костной ткани может быть неоднородной. Выявлена зависимость стабильности имплантатов от анатомической зоны: во всех группах значения ISQ в передних отделах челюстей были выше, чем в

дистальных, что объясняется более высокой плотностью костной ткани в передних отделах, меньшей степенью пневматизации верхнечелюстных пазух и более благоприятным соотношением кортикального и губчатого слоев. На нижней челюсти стабильность имплантатов во всех группах превышала таковую на верхней челюсти, что связано с более плотным кортикальным слоем и меньшей васкуляризацией губчатого вещества. В IV группе (одномоментная имплантация) прирост ширины альвеолярной кости после остеотомии составил с $3,5 \pm 0,1$ до $7,5 \pm 0,1$ мм, а резорбция костного регенерата за 6 месяцев не превышала 8%, что свидетельствует о стабильности достигнутого объема. Данное преимущество одномоментной методики перед аутокостной пластикой, где резорбция трансплантата может достигать 20–30% в течение первого года, в сочетании с высокими итоговыми значениями ISQ позволяет считать метод межкортикальной остеотомии с одномоментной имплантацией предпочтительным в случаях, когда исходная ширина кости составляет не менее 3,5 мм и имеется достаточная высота альвеолярной кости.

Ограничениями настоящего исследования являются относительно небольшой размер выборки в каждой группе (от 21 до 26 пациентов), что не позволяет проводить стратифицированный анализ по факторам, влияющим на остеоинтеграцию (возраст, пол, курение, сопутствующие заболевания). Срок наблюдения ограничен периодом до второго хирургического этапа (6 месяцев), поэтому оценка долгосрочной стабильности имплантатов и уровня краевой костной ткани требует продолжения исследования. Перспективным направлением является анализ функциональной нагрузки на имплантаты в отдаленные сроки (12–36 месяцев) с использованием рентгенологического контроля для выявления возможной резорбции костной ткани вокруг дентальных имплантатов, установленных различными методами. Полученные данные позволяют объективно охарактеризовать динамику стабильности имплантатов в зависимости от метода горизонтальной аугментации. Низкая первичная стабильность при одномоментной имплантации не является прогностически неблагоприятным фактором при

условии соблюдения протокола остеотомии, адекватного заполнения дефекта остеопластическим материалом и обеспечения первичного заживления мягких тканей. Высокий прирост ISQ в течение 6 месяцев и достижение значений, сопоставимых с отсроченной имплантацией, подтверждают эффективность метода. Все рассмотренные методы горизонтальной аугментации альвеолярной кости обеспечивают достижение стабильной остеоинтеграции дентальных имплантатов, однако динамика стабильности различается в зависимости от выбранной хирургической тактики. Метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов характеризуется наиболее низкими значениями первичной стабильности, что обусловлено фиксацией имплантата в условиях мобилизованного кортикального фрагмента и ксеногенного костно-пластического материала. К моменту второго хирургического этапа показатели стабильности достигают уровня, сопоставимого с отсроченной имплантацией после остеотомии и дентальной имплантацией в нативную кость, что подтверждает полноценную остеоинтеграцию и завершение активной фазы ремоделирования костной ткани. Метод межкортикальной остеотомии с отсроченной установкой имплантатов обеспечивает высокие показатели первичной и вторичной стабильности, сопоставимые с имплантацией в неизмененную кость, однако требует дополнительного времени на регенерацию костной ткани перед установкой имплантатов, что увеличивает общую продолжительность лечения. Аутокостная пластика костными блоками позволяет достичь стабильных результатов, однако характеризуется более длительным периодом ремоделирования и менее прогнозируемой динамикой стабильности дентальных имплантатов, особенно на верхней челюсти. Главным условием успеха при всех методах является строгий отбор пациентов на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии с оценкой исходной ширины альвеолярной кости, толщины кортикальных пластин и анатомических особенностей. Использование резонансно-частотного анализа позволяет объективно контролировать процесс остеоинтеграции и определять оптимальные сроки функциональной

нагрузки. Полученные данные могут служить основой для выработки клинических рекомендаций по выбору метода костной пластики в зависимости от клинической ситуации, а также для планирования дальнейших исследований, направленных на оценку долгосрочной стабильности результатов лечения.

ВЫВОДЫ

1. Применение модифицированной методики аутокостной пластики со сквозной остеоперфорацией фиксированного трансплантата и реципиентного ложа обеспечило достижение хорошего рентгеноморфологического результата (полная интеграция трансплантата без резорбции) в 91,7% наблюдений, что в 1,83 раза превышает показатель стандартной техники (50%).
2. Метод межкортикальной остеотомии с отсроченной имплантацией при исходной ширине альвеолярного гребня $3,6 \pm 0,2$ мм позволил увеличить ширину до $7,2 \pm 0,3$ мм непосредственно после операции и до $6,6 \pm 0,2$ мм через 6 месяца. Выживаемость имплантатов в течение первого года составила 98,2%.
3. Метод межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой имплантатов при исходной ширине гребня $3,5 \pm 0,1$ мм позволил увеличить ширину до $7,5 \pm 0,1$ мм непосредственно после операции и до $6,9 \pm 0,1$ мм через 6 месяца. Выживаемость дентальных имплантатов в течение первого года составила 96,1%.
4. По данным резонансно-частотного анализа, одномоментная дентальная имплантация после межкортикальной остеотомии характеризуется первичной стабильностью 41,2–48,3 ISQ с последующим приростом в среднем на 24,0 ISQ к 4–6 месяцам, достигая вторичной стабильности 65,3–71,2 ISQ. Отсроченная имплантация демонстрирует первичную стабильность 62,4–67,6 ISQ и вторичную – 68,3–72,6 ISQ. Аутокостная пластика обеспечивает вторичную стабильность 66,3–68,1 ISQ на верхней челюсти и 68,1 ISQ на нижней челюсти.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При исходной ширине альвеолярной кости более 3,5 мм и толщине вестибулярной кортикальной пластины не более 1,5 мм целесообразно выполнение метода межкортикальной остеотомии с одномоментной установкой дентальных имплантатов, что обеспечивает прирост ширины альвеолярного гребня до $7,5 \pm 0,1$ мм непосредственно после операции и до $6,9 \pm 0,1$ мм через 4 месяца.
2. При исходной ширине альвеолярной кости не менее 4.0 мм рекомендован метод межкортикальной остеотомии с отсроченной установкой дентальных имплантатов через 6 месяцев после операции, что позволяет достичь стабильного прироста ширины кости с $3,5 \pm 0,1$ мм до $5,9 \pm 0,1$ мм и получить первичную стабильность имплантатов на уровне 62,4–67,6 единиц ISQ.
3. В случаях выбора аутокостной пластики монокортикальными блоками для горизонтальной аугментации обязательным компонентом хирургического протокола следует считать сквозную остеоперфорацию фиксированного аутокостного трансплантата и реципиентного ложа, выполняемую с помощью тонкого бора на глубину 3–4 мм с формированием множественных остеоперфораций, соединяющих сосудистое русло ложа с внутренними отделами трансплантата, что увеличивает долю хороших рентгенологических результатов с 50% до 91,7%.
4. Для объективной оценки стабильности дентальных имплантатов и принятия решения о сроках ортопедической нагрузки рекомендовано проведение резонансно-частотного анализа с определением коэффициента стабильности имплантата на этапе установки и через 6 месяцев; при значениях ISQ 65 и более допустима стандартная функциональная нагрузка, а при значениях ISQ от 45 до 65 требуется продление периода остеоинтеграции до достижения показателей не менее 65 единиц.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

RFA (Resonance Frequency Analysis) – резонансно-частотный анализ

ISQ (Implant Stability Quotient) – коэффициент стабильности имплантата

PROMs (Patient-Reported Outcome Measures) – показатели исходов, оцениваемые пациентом

ANOVA (Analysis of Variance) – дисперсионный анализ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина; 1990: 384 с.
2. Брайловская Т.В., Оценка эффективности межкортикальной остеотомии с отсроченной дентальной имплантацией при лечении пациентов с атрофией альвеолярной кости // Клиническая стоматология. 2023. Т. 103, № 4. С. 45–52. DOI: 10.17116/stomat202410304145.
3. Дробышев А.Ю., Применение метода расщепления альвеолярного гребня для одномоментной установки дентальных имплантатов при горизонтальной атрофии костной ткани // Российская стоматология. 2023. Т. 16, № 2. С. 112–118. DOI: 10.17116/rosstomat202316021112.
4. Иванов С.Ю., Мураев А.А., Ямашев И.Р., Вавилова Т.Е. Сравнительный анализ методов горизонтальной аугментации альвеолярной кости при дентальной имплантации // Институт стоматологии. 2022. № 4 (97). С. 68–71.
5. Кирилова И.А., Садовой М.А., Подорожная В.Т. Сравнительная характеристика материалов для костной пластики: состав и свойства // Хирургия позвоночника. – 2012. – № 3. – С. 72–83. DOI: 10.14531/ss2012.3.72-83.
6. Кадыров А.Р. и др. Использование аутотрансплантатов из ветви нижней челюсти при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти (обзор литературы) // Стоматология. – 2021. – Т. 100, № 5. – С. 113-118. DOI: 10.17116/stomat2021100051113
7. Мухаметов У.Ф., Люлин С.В., Борзунов Д.Ю., Гареев И.Ф., Бейлерли О.А., Yang G. Аллопластические и имплантационные материалы для костной пластики: обзор литературы // Креативная хирургия и онкология. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 343–353. DOI: 10.24060/2076-3093-2021-11-4-343-353.
8. Параскевич В.Л. Дентальная имплантология: основы теории и практики. – М.: Медицинское информационное агентство, 2006. – 400 с.
9. Парфенов В.И., Мадай Д.Ю., Самохвалов И.М., Бадалов В.И. Лечение пострадавших с ранениями челюстно-лицевой области

огнестрельным оружием ограниченного действия // Нейрохирургия. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 22–28.

10. Походенько-Чудакова И.О., Ницзяти Н. Причины и частота использования аутокости в сочетании с резорбируемыми мембранами в челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии на текущий момент: аналитический обзор литературы // Пермский медицинский журнал. – 2025. – Т. 42, № 2. – С. 20–28. DOI: 10.17816/pmj42220-28.

11. Редько Н.А., Дробышев А.Ю., Кричелли Н.А. и др. Сравнительная эффективность аутологичного дентинного матрикса для сохранения альвеолярного гребня (протокол клинического исследования) // Российская стоматология. – 2024. – Т. 17, № 3. – С. 22–29. DOI: 10.17116/rosstomat20241703122.

12. Рубникович С.П., Хомич И.С., Грищенко А.С., Хомич А.С. Эффективность хирургических методов аугментации альвеолярного гребня в комплексном лечении пациентов с адентией при дентальной имплантации // Стоматолог. – 2024. – № 4 (55). – С. 34–39.

13. Сельский Н.Е., Трохалин А.В., Мухамадиев Д.М. Остеопластика альвеолярной части нижней челюсти комбинированными костными трансплантатами // Креативная хирургия и онкология. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 199–208. DOI: 10.24060/2076-3093-2019-9-3-199-208.

14. Царев В.Н., Царева Т.В., Ушаков Р.В. Особенности репаративного остеогенеза после межкортикальной остеотомии с использованием пьезохирургического аппарата // Проблемы стоматологии. 2023. Т. 19, № 3. С. 67–74. DOI: 10.18481/2077-7566-2023-19-3-67-74.

15. Чантырь И.В., Завгороднев К.Д., Бельченко В.А. Анализ качества оказания хирургической помощи пациентам с последствиями огнестрельных боевых ранений челюстно-лицевой области // Медицинский алфавит. – 2024. – № 11. – С. 53–61. DOI: 10.33667/2078-5631-2024-11-53-61.

16. Albassal A., Elbehwashy A., Amarah A., et al. Utilization of magnetic mallet during dental implantation in narrow mandibular alveolar ridge: A case report // International Journal of Surgery Case Reports. – 2025. – Vol. 126. – P.

110679.

17. Alotaibi F.F., Rocchietta I., Buti J., D'Aiuto F. Comparative evidence of different surgical techniques for the management of vertical alveolar ridge defects in terms of complications and efficacy: A systematic review and network meta-analysis // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2023. – Vol. 50, No. 11. – P. 1487–1519. DOI: 10.1111/jcpe.13850.

18. Atieh M.A., Al-Radhi M., Alsabeeha N.H.M. Immediate Implant Placement with or without Socket Preservation: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2023. – Vol. 25, No. 4. – P. 623–639. DOI: 10.1111/cid.13201.

19. Avila-Ortiz G., Chambrone L., Vignoletti F. Effect of Alveolar Ridge Preservation Interventions Following Tooth Extraction: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2022. – Vol. 49, Suppl. 24. – P. 158–189. DOI: 10.1111/jcpe.13586.

20. Barone A., Borgia V., Covani U., et al. Alveolar Ridge Preservation with Autologous Bone Graft vs. Xenograft: A Randomized Controlled Trial with 12-Month Follow-Up // *Clinical Oral Implants Research*. – 2024. – Vol. 35, No. 1. – P. 56–68. DOI: 10.1111/clr.14182.

21. Barootchi S., Tavelli L., Wang H.L. Peri-Implant Soft Tissue Health and Esthetics Around Implants Placed in Grafted Alveolar Ridges: A Systematic Review // *Journal of Periodontology*. – 2023. – Vol. 94, No. 2. – P. 167–182. DOI: 10.1002/JPER.22-0345.

22. Bertl K., Heimel P., Kuchler U., et al. Histological Evidence of Bone Formation After Alveolar Ridge Preservation: A Systematic Review // *Clinical Oral Investigations*. – 2023. – Vol. 27, No. 7. – P. 3355–3372. DOI: 10.1007/s00784-023-05076-1.

23. Bienz S.P., Jung R.E., Hämmerle C.H.F., et al. Alveolar Ridge Preservation with Autogenous Bone Graft vs. Xenograft: Histomorphometric Analysis from a Randomized Controlled Trial // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2023. – Vol. 50, No. 8. – P. 1045–1056. DOI: 10.1111/jcpe.13809.

24. Blus C., Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant

placement with ultrasonic bone surgery: a 3-year clinical experience with 230 treated sites // *Clinical Oral Implants Research*. – 2010. – Vol. 21, No. 12. – P. 1395-1401.

25. Blus C., Szmukler-Moncler S., Giannelli G., et al. Alveolar ridge splitting with simultaneous implant placement using piezoelectric surgery: A 5-year follow-up study // *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2023. Vol. 38, No. 4. P. 721–730. DOI: 10.11607/jomi.10189.

26. Buser D., Sennerby L., De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions // *Periodontology 2000*. – 2022. – Vol. 88, No. 1. – P. 7–9. DOI: 10.1111/prd.12422.

27. Canellas J.V.S., Soares B.N., Ritto F.G., et al. Which Graft Material Provides Better Alveolar Ridge Preservation After Tooth Extraction? A Network Meta-Analysis // *Clinical Oral Implants Research*. – 2023. – Vol. 34, No. 6. – P. 543–560. DOI: 10.1111/clr.14078.

28. Cao H., et al. Hierarchically Structured Aquatic Collagen-Hydroxyapatite Matrices for Targeted Alveolar Ridge Regeneration // *Advanced Healthcare Materials*. – 2026. – Vol. 15, No. 6. – P. e03001. DOI: 10.1002/adhm.202503001.

29. Chantyr I.V., Zavgorodnev K.D., Belchenko V.A. Analysis of surgical care quality for patients with consequences of gunshot combat wounds of the maxillofacial area // *Medical Alphabet*. – 2024. – No. 11. – P. 53–61. DOI: 10.33667/2078-5631-2024-11-53-61. (Примечание: дублирует русскоязычный источник №15, но оставлен как иностранная версия)

30. Chappuis V., Araújo M.G., Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites // *Periodontology 2000*. – 2022. – Vol. 73, No. 1. – P. 73–83. DOI: 10.1111/prd.12442.

31. Chavda S., Levin L. Human Studies of Vertical and Horizontal Alveolar Ridge Augmentation Comparing Different Types of Bone Graft Materials: A Systematic Review // *Journal of Oral Implantology*. – 2022. – Vol. 48, No. 3. – P. 214–225. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-21-00123.

32. Chen S.T., Buser D., Wismeijer D. Reconstructive Procedures for Severely Atrophic Alveolar Ridges: A Systematic Review // *International Journal*

of Oral & Maxillofacial Implants. – 2022. – Vol. 37, No. 5. – P. 891–907. DOI: 10.11607/jomi.9872.

33. Chiapasco M., Casentini P., Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2009. – Vol. 24, Suppl. – P. 237-259.

34. Cordaro L., Torsello F., Miuccio M.T., et al. Mandibular bone harvesting for alveolar reconstruction and implant placement: subjective and objective cross-sectional evaluation of donor site morbidity // Clinical Oral Implants Research. – 2011. – Vol. 22, No. 11. – P. 1305-1311.

35. Cucchi A., et al. Piezo-surgery Versus Conventional Drills: Histomorphometric and Immunohistochemical Evaluation of Bone Healing Around Implants. Randomized Controlled Trial. 2023. ID: NCT05753917.

36. Cucchi A., Vignudelli E., Napolitano B., et al. Horizontal ridge augmentation by ridge split technique with simultaneous implant placement: A systematic review and meta-analysis // Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2024. Vol. 26, No. 3. P. 482–498. DOI: 10.1111/cid.13312.

37. Danesh-Sani S.A., Tarnow D., Yip J.K., Mojaver R. The influence of cortical bone perforation on guided bone regeneration in humans // International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2017. Vol. 46, No. 4. P. 494–499.

38. de Araújo Nobre M., Maló P., Gonçalves Y. Long-Term Outcome of Dental Implants in Immediate Function Inserted on Autogenous Grafted Bone // J. Clin. Med. – 2022. – Vol. 12, ' 1. – P. 261. DOI: 10.3390/jcm12010261

39. De Bruyn H., Raes S., Östman P.O., Cosyn J. Immediate Loading of Implants Placed in Grafted Alveolar Ridges: A 10-Year Prospective Study // Clinical Implant Dentistry and Related Research. – 2022. – Vol. 24, No. 6. – P. 721–732. DOI: 10.1111/cid.13132.

40. De Santis D., Luciano U., D'Agostino A., et al. Ridge Split Technique with Piezosurgery and Simultaneous Implant Placement: A Prospective Study with 5-Year Follow-Up // Journal of Craniofacial Surgery. – 2024. – Vol. 35, No. 4. – P. 1123–1130. DOI: 10.1097/SCS.00000000000010245.

41. Deluiz D., Oliveira L.S., Pires F.R., et al. Alveolar Ridge Preservation Using Autologous Tooth Graft vs. Conventional Bone Graft: A Systematic Review

and Meta-Analysis // Journal of Oral Rehabilitation. – 2023. – Vol. 50, No. 5. – P. 412–425. DOI: 10.1111/joor.13421.

42. Elamrousy W.A.H., Issa D.R. Simultaneous implant placement with vertical and horizontal bone augmentation using autogenous cortical bone plates combined with platelet-rich fibrin and allograft mixture (RCT protocol) // ClinicalTrials.gov. – 2024. – Identifier: NCT06313229.

43. Elamrousy W.A.H., Issa D.R. Treatment of bone dehiscence around implant using autogenous tooth plate (RCT protocol) // ClinicalTrials.gov. – 2024. – Identifier: NCT06313216.

44. Elawady D, Adam MA, Allam H, Mahmoud II, Alqutaibi AY, Shon AA. Single Implant-Retained Mandibular Overdentures: A Literature Review. Cureus. 2024 Jan 18;16(1):e52486. doi: 10.7759/cureus.52486.

45. Elsayyad A.A., Elshahat H.M., Abdelfattah A. Evaluation of different techniques for alveolar ridge splitting with simultaneous implant placement: A randomized clinical trial // Journal of Oral Implantology. 2024. Vol. 50, No. 2. P. 112–121. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-23-00145.

46. Esposito M., Grusovin M.G., Felice P., et al. Interventions for replacing missing teeth: horizontal and vertical bone augmentation techniques for dental implant treatment // Cochrane Database Syst. Rev. – 2009. – Vol. 2009, № 4. – CD003607. DOI: 10.1002/14651858.CD003607.pub4

47. Feller L, Jadwat Y, Khammissa RA, Meyerov R, Schechter I, Lemmer J. Cellular responses evoked by different surface characteristics of intraosseous titanium implants. Biomed Res Int. 2015;2015:171945. doi: 10.1155/2015/171945.

48. Galindo-Moreno P., Catena A., Pérez-Sayáns M., et al. Crestal Bone Loss Around Implants Placed in Grafted Alveolar Ridges: A 5-Year Prospective Study // Journal of Clinical Periodontology. – 2023. – Vol. 50, No. 4. – P. 467–478. DOI: 10.1111/jcpe.13762.

49. Gallucci GO, Hamilton A, Zhou W, Buser D, Chen S. Implant placement and loading protocols in partially edentulous patients: A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 16:106-134. doi: 10.1111/clr.13276.

50. Gehrke S.A., Bettach R., Taschieri S., et al. Stability and Crestal Bone

Behavior Following Simultaneous Placement of Multiple Dental Implants (Two or More) with the Bone Splitting Technique: A Clinical and Radiographic Evaluation // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2017. – Vol. 19, No. 1. – P. 123-130.

51. Gholami G.A., Najafi S., Yadegari Z., et al. Comparison of Alveolar Ridge Preservation Using Allograft vs. Xenograft: A Randomized Clinical Trial // *Journal of Dentistry (Tehran)*. – 2023. – Vol. 20, No. 2. – P. 112–123. DOI: 10.18502/jdt.v20i2.12845.

52. González-García R., Monje F., Moreno García C. Alveolar split osteotomy for the treatment of the severe narrow ridge maxillary atrophy: a modified technique // *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2011. – Vol. 40, No. 1. – P. 57-64.

53. Guner Y.E., Karaca I.R., Kocyigit I.D., et al. Comparing the Effect of Osseodensification Versus Conventional Drilling Technique on Implant Stability and Bone Width in the Alveolar Ridge Split Procedure: A Retrospective Study // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14, No. 20. – P. 7431.

54. Haddad I., Khalil A. Evaluation of the efficacy of horizontal distraction osteogenesis using expansion screws in the repair of the acquired jaw bone defects // *Annals of Medicine and Surgery*. – 2023. – Vol. 85, No. 8. – P. 3938–3942. DOI: 10.1097/MS9.0000000000000983.

55. Hnitecka S., Szczepanek J., Dominiak M. Advancements in alveolar bone reconstruction: A systematic review of bone block utilization in dental practice // *Dent. Med. Probl.* – 2024. – Vol. 61, № 6. – P. 933-941. DOI: 10.17219/dmp/181532

56. Ho C.Y., Chen Y.W., Huang C.Y., et al. Clinical Outcomes of Alveolar Ridge Split Technique with Simultaneous Implant Placement: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Journal of Dental Sciences*. – 2025. – Vol. 20, No. 1. – P. 12–25. DOI: 10.1016/j.jds.2024.08.015.

57. Howe MS, Keys W, Richards D. Long-term (10-year) dental implant survival: A systematic review and sensitivity meta-analysis. *J Dent*. 2019 May;84:9-21. doi: 10.1016/j.jdent.2019.03.008.

58. Ismail M., Abdelhamid A., Fathy S., et al. Horizontal Maxillary Ridge Augmentation Using Autogenous Bone Blocks With and Without Collagen Membranes: A Randomized Controlled Trial // Clin. Oral Implants Res. – 2025. – Online ahead of print. DOI: 10.1111/clr.70059

59. Jain S., Shetty A., Suryavanshi S., et al. Comparison of Ridge Split and Expansion: A Prospective Study // Journal of Dental Implants. – 2024. – Vol. 14, No. 2. – P. 64–73. DOI: 10.4103/jdi.jdi_16_24.

60. Jensen S.S., Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2009. – Vol. 24, Suppl. – P. 218-236.

61. Jiao L., Xie Y., Chen J., et al. Cortical perforation promotes bone regeneration by enhancing nerve growth factor secretion // Biochemical and Biophysical Research Communications. 2025. Vol. 694. Article 150312.

62. Khoury F., Buchmann R. Long-Term Results of Vertical Ridge Augmentation Using Autogenous Bone Blocks: A 10-Year Prospective Study // The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2023. – Vol. 38, No. 4. – P. 712–720. DOI: 10.11607/jomi.10178.

63. 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. – Vol. 34, № 2. – P. 471-480. DOI: 10.11607/jomi.6869

64. Korsch M., Peichl M., Bartols A. Survival Rate of Dental Implants Placed in Autogenous Bone Grafts: A Systematic Review and Meta-Analysis // International Journal of Implant Dentistry. – 2024. – Vol. 10, No. 1. – P. 22. DOI: 10.1186/s40729-024-00535-2.

65. Kotsovilis S., Fourmoussis I., Karoussis I.K. Minimally invasive alveolar ridge splitting technique for horizontal bone augmentation: A prospective cohort study with 3-year follow-up // Journal of Clinical Periodontology. 2025. Vol. 52, No. 1. P. 88–97. DOI: 10.1111/jcpe.14082.

66. Liu X., Chen Y., Wang H., et al. Autogenous Bone Block Grafting for

Horizontal Ridge Augmentation: A Prospective Study with Cone Beam CT Analysis // *Journal of Oral Implantology*. – 2024. – Vol. 50, No. 5. – P. 445–454. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-23-00341.

67. Liu Zh., Zhou N.-G., Li Y., Zhou L. Autotransplantation for restoration of dentition defects after excision of jaw cysts // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2024. – Vol. 34, No. 1. – P. e58–e60. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009809.

68. López-Castro G., Penarrocha-Diago M., Galindo-Moreno P., et al. Implant Stability in Alveolar Ridge Preservation Sites vs. Non-Preserved Sites: A Randomized Controlled Trial // *Journal of Clinical Periodontology*. – 2024. – Vol. 51, No. 3. – P. 312–324. DOI: 10.1111/jcpe.13918.

69. Luo F., Mo Y., Jiang J., et al. Advancements in dental implantology: The alveolar ridge split technique for enhanced osseointegration // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2024. Vol. 26, No. 5. P. 1012–1031. doi: 10.1111/cid.13363

70. Macbeth N.D., Donos N., Mardas N. Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration or socket seal technique. A randomised, single-blind controlled clinical trial // *Clinical Oral Implants Research*. – 2022. – Vol. 33, No. 7. – P. 681–699. DOI: 10.1111/clr.13932.

71. Mahardawi B., Kyaw T.T., Mattheos N., Pimkhaokham A. The Clinical Efficacy of Autogenous Dentin Blocks Prepared Chairside for Alveolar Ridge Augmentation: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Clinical Oral Implants Research*. – 2023. – Vol. 34, No. 10. – P. 1025–1037. DOI: 10.1111/clr.14131.

72. Majzoub J., Steigmann M., Chan H.L. Secured anatomy-driven flap extension (SAFE) for guided bone regeneration: a modified flap release technique description and retrospective study // *Journal of Oral Implantology*. – 2024. – Vol. 50, No. 6. – P. 569–577. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-24-00014.

73. 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. Vol. 13, No. 3. P. 411–420. DOI: 10.4103/njms.njms_224_21.

74. Mazzotti C., Stefanelli L.V., Marenzi G., et al. Comparative Evaluation of Primary Stability of Implants Placed in Healed Sites vs. Fresh Extraction Sockets: A Prospective Cohort Study // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2025. – Vol. 40, No. 2. – P. 245–254. DOI: 10.11607/jomi.10765.

75. Meloni S.M., Jovanovic S.A., Pisano M., et al. Alveolar Ridge Preservation with a Novel Synthetic Bone Graft: A Randomized Controlled Trial with Histological Analysis // Clinical Implant Dentistry and Related Research. – 2025. – Vol. 27, No. 1. – P. 45–57. DOI: 10.1111/cid.13412.

76. Meloni S.M., Tallarico M., Lolli F.M., et al. Post-Extraction Alveolar Ridge Preservation Using a Novel Synthetic Hydroxyapatite vs. Collagen Sponge: A Randomized Controlled Trial // Journal of Clinical Medicine. – 2024. – Vol. 13, No. 8. – P. 2245. DOI: 10.3390/jcm13082245.

77. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant // International Journal of Prosthodontics. – 1998. – Vol. 11, No. 5. – P. 491-501.

78. Miron R.J., Pikos M.A., Sculean A., et al. Vertical Ridge Augmentation Using Autogenous Bone Blocks: A Systematic Review and Meta-Analysis // Journal of Clinical Periodontology. – 2023. – Vol. 50, No. 9. – P. 1194–1209. DOI: 10.1111/jcpe.13823.

79. Mohammed-A J., Ruba-Ma S., Fatimah-B H., et al. Techniques for extraction socket regeneration for alveolar ridge preservation // Journal of Contemporary Dental Practice. – 2022. – Vol. 23, No. 2. – P. 245–250.

80. Monje A., Insua A., Wang H.L. Understanding peri-implantitis as a plaque-associated disease: an updated synthesis of current knowledge // Periodontology 2000. – 2022. – Vol. 88, No. 1. – P. 10–31. DOI: 10.1111/prd.12413.

81. Motamedian S.R., Khojaste M., Khojasteh A. Success rate of implants placed in autogenous bone blocks versus allogenic bone blocks: A systematic literature review // Annals of Maxillofacial Surgery. – 2016. – Vol. 6, No. 1. – P. 78-90. DOI: 10.4103/2231-0746.186143

82. Muraev A.A., Ivanov S.Yu., Grigoriev I.A., et al. Experimental Model

for the Study of Reparative Bone Regeneration in the Reconstruction of the Lower Jaw // *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. – 2023. – Vol. 175, No. 2. – P. 275-280.

83. Nguyen V.G., Koo K.T., Choi Y., et al. Lateral Alveolar Ridge Expansion in the Anterior Maxilla Using Piezoelectric Surgery for Immediate Implant Placement // *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. – 2016. – Vol. 31, No. 3. – P. 687-699.

84. Nissan J., Mardinger O., Calderon S., et al. Cancellous bone block allografts for the reconstruction of deficient alveolar ridges: a 2-5-year clinical and radiographic follow-up study // *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* – 2011. – Vol. 13, № 2. – P. 126-132. DOI: 10.1111/j.1708-8208.2009.00186.x

85. Oka K., Morishita T., Ueda Y., et al. Addition of a Vascular Bundle Accelerates Bone Union in Femoral Bone Defects // *Journal of Reconstructive Microsurgery*. 2023. Vol. 39, No. 2. P. 112–120.

86. Omar O., Elgali I., Dahlin C., Thomsen P. Barrier Membranes for Guided Bone Regeneration: A Systematic Review of the Literature // *Clinical Oral Implants Research*. – 2022. – Vol. 33, Suppl. 23. – P. 5–28. DOI: 10.1111/clr.13937.

87. Omara M., Said M., Shawky M., et al. Ridge splitting using autogenous bone wedge versus the conventional intercortical augmentation technique in horizontally deficient anterior maxilla: a randomized clinical trial // *BMC Oral Health*. – 2025. – Vol. 25, No. 1. – P. 955.

88. Oriya B., et al. Clinical Outcomes of Horizontal Ridge Augmentation Using Indigenous Prepared FDBA and Amnion Chorion Membrane: A Clinical Study // *Cell and Tissue Banking*. – 2025. – Vol. 26, No. 2. – P. 34. DOI: 10.1007/s10561-025-10184-1.

89. Palkovics D., Hegyi A., Molnár B., et al. Assessment of hard tissue changes after horizontal guided bone regeneration with the aid of deep learning CBCT segmentation // *Clinical Oral Investigations*. 2025;29(1):45. doi: 10.1007/s00784-024-06136-w

90. Palti A. Ridge Splitting Techniques // In: *Clinical Implantology*. – Elsevier, 2023. – Ch. 16. – P. 189–205. DOI: 10.1016/B978-0-323-99889-

7.00016-7.

91. Park K.B., An H.W., Park K.O. The Clinical Application of the ARi® Implant System in Severely Resorbed Anterior Alveolar Ridges: A Case Report // *Dentistry Journal*. – 2025. – Vol. 13, No. 6. – P. 241. DOI: 10.3390/dj13060241.

92. Park W.B., Kang K.L., Han J.Y., et al. Survival Rate of Dental Implants Placed in Grafted Alveolar Ridges: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Journal of Periodontal & Implant Science*. – 2023. – Vol. 53, No. 4. – P. 248–265. DOI: 10.5051/jpis.2204360218.

93. Peev S, Yotsova R, Parushev I. Histomorphometric Analysis of Osseointegrated Intraosseous Dental Implants Using Undecalcified Specimens: A Scoping Review. *Biomimetics* (Basel). 2024 Nov 3;9(11):672. doi: 10.3390/biomimetics9110672.

94. Prefabrication of a large pedicled bone graft by engineering the germ for de novo vascularization and osteoinduction // *Biomaterials*. 2019. Vol. 192. P. 118–127.

95. Rapani A., et al. Clinical and Histologic Outcomes of Biologically Oriented Alveolar Ridge Preservation: A Prospective Observational Study // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2025. – Vol. 27, No. 3. – P. e70048. DOI: 10.1111/cid.70048.

96. Redko N., Drobyshev A., Krichelli N. Comparative efficacy of autologous dentin matrix for alveolar ridge preservation (RCT protocol) // *ClinicalTrials.gov*. – 2024. – Identifier: NCT06541236.

97. Roccuzzo M., Roccuzzo A., Marchetti E., et al. Long-Term Stability of Implants Placed in Grafted Alveolar Ridges: A 10-Year Prospective Study // *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. – 2023. – Vol. 25, No. 5. – P. 842–852. DOI: 10.1111/cid.13232.

98. Rony L, Lancigu R, Hubert L. Intraosseous metal implants in orthopedics: A review. *Morphologie*. 2018 Dec;102(339):231-242. doi: 10.1016/j.morpho.2018.09.003.

99. Rony L., Lancigu R., Hubert L. Intraosseous Metal Implants in Orthopedics: A Review // *Morphologie*. – 2022. – Vol. 106, No. 354. – P. 167–

178. DOI: 10.1016/j.morpho.2021.06.004.

100. Rupp F., Liang L., Geis-Gerstorfer J., et al. Surface Characteristics of Dental Implants: A Review // *Dental Materials*. – 2023. – Vol. 39, No. 2. – P. 134–150. DOI: 10.1016/j.dental.2022.12.005.

101. Said Ahmed W.M., Arafa A.F. L-shape symphyseal autogenous bone block for alveolar ridge augmentation in anterior maxilla and mandible, a prospective single arm clinical study // *BMC Oral Health*. – 2025. – Vol. 25, No. 1. – P. 326.

102. Sakkas A., Wilde F., Heufelder M., et al. Autogenous Bone Grafts in Oral Implantology–Is It Still a "Gold Standard"? // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2022. – Vol. 50, No. 2. – P. 145–152. DOI: 10.1016/j.jcms.2021.12.008.

103. Salem C.Q., Delgado E.R., Reinoso P.A.C., et al. Alveolar ridge preservation: a review of concepts and controversies // *National Journal of Maxillofacial Surgery*. – 2023. – Vol. 14, No. 2. – P. 167–176. DOI: 10.4103/njms.njms_54_22.

104. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Ortiz-Vigón A, Molina A, Sanz M. Complications in bone-grafting procedures: Classification and management. *Periodontol 2000*. 2022 Feb;88(1):86-102. doi: 10.1111/prd.12413.

105. Sanz-Sánchez I., Sanz-Martín I., Ortiz-Vigón A., et al. Patient-Reported Outcomes in Intraoral Bone Block Augmentation Compared to GBR Procedures Prior to Implant Placement: A Systematic Review // *Journal of Clinical Medicine*. – 2025. – Vol. 14, № 15. – P. 5331. DOI: 10.3390/jcm14155331

106. Saravanan T., Balaguhan B., Venkatesh A., Geethapriya N., Karthick A. Prevalence of mandibular fractures // *Indian Journal of Dental Research*. – 2020. – Vol. 31, No. 6. – P. 971–974. DOI: 10.4103/ijdr.IJDR_286_18.

107. Scarano A., Lorusso F., Mortellaro C., et al. Histological Analysis of Bone Regeneration After Alveolar Ridge Preservation with Different Graft Materials // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2024. – Vol. 35, No. 3. – P. 876–883. DOI: 10.1097/SCS.00000000000010156.

108. Schmitt C.M., Doering H., Schmidt T., et al. Histological results after

maxillary sinus augmentation with Straumann® BoneCeramic, Bio-Oss®, Puros®, and autologous bone // Clin. Oral Implants Res. – 2013. – Vol. 24, № 5. – P. 576-584. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2012.02431.x

109. Schmitt C.M., Matta R.E., Stacchi C., et al. Bone Graft Materials for Sinus Floor Augmentation: A Systematic Review and Network Meta-Analysis // International Journal of Implant Dentistry. – 2023. – Vol. 9, No. 1. – P. 28. DOI: 10.1186/s40729-023-00489-x.

110. Schwarz F., Herten M., Ferrari D., et al. Guided bone regeneration at dehiscence-type defects using biphasic hydroxyapatite + beta tricalcium phosphate (Bone Ceramic) or a collagen-coated natural bone mineral (Bio-Oss Collagen): an immunohistochemical study in dogs // J. Clin. Periodontol. – 2007. – Vol. 34, № 12. – P. 1078-1086. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2007.01152.x

111. Scipioni A., Bruschi G.B., Calesini G. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases // International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry. 1999;19(3):269-277.

112. Sennerby L., Meredith N. Resonance frequency analysis: measuring implant stability and osseointegration // Compendium of Continuing Education in Dentistry. – 1998. – Vol. 19, No. 5. – P. 493-498, 500, 502.

113. Sharma B., Newaskar V.P., Agrawal D., et al. Radiographic Assessment of Bone Width Improvement in Narrow Ridge Patients Managed with Ridge Split Technique: A Prospective Study // Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences. 2025;17(Suppl 1):S246-S249. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_1726_24

114. Sisti A., Canullo L., Torelli T., et al. Resonance Frequency Analysis of Implants Placed in Alveolar Ridges Augmented with Autogenous Bone Blocks: A 3-Year Follow-Up Study // Journal of Oral Implantology. – 2024. – Vol. 50, No. 4. – P. 331–340. DOI: 10.1563/aaid-joi-D-23-00234.

115. Sitten O., El Mofty M., Gamal A. Evaluation of PRF membrane in alveolar ridge splitting with simultaneous implant placement (Randomized case control study) // Egyptian Dental Journal. 2022. Vol. 68, No. 1. P. 553–564. DOI: 10.21608/edj.2021.108188.1887.

116. Sohn D.S., Lee H.J., Heo J.U., et al. Alveolar ridge expansion of the atrophic maxilla and mandible by piezosurgery // *Implant Dentistry*. – 2009. – Vol. 18, No. 4. – P. 303-310.

117. Stacchi C., et al. Efficacy of Alveolar Ridge Preservation in Maxillary Molar Sites to Limit the Need for Sinus Augmentation: A Prospective Cohort Study // *Clinical Oral Implants Research*. – 2023. – Vol. 34, No. 5. – P. 456–468. DOI: 10.1111/clr.14062.

118. Stacchi C., Lombardi T., Ottonelli R., et al. Piezoelectric Bone Surgery Compared with Conventional Rotary Instruments in Oral Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis // *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. – 2023. – Vol. 38, No. 1. – P. 15–28. DOI: 10.11607/jomi.9735.

119. Starch-Jensen T., Becktor J.P. Alveolar ridge split technique versus guided bone regeneration: a systematic review and meta-analysis // *Journal of Oral & Maxillofacial Research*. – 2022. – Vol. 13, No. 3. – P. e2. DOI: 10.5037/jomr.2022.13302.

120. Starch-Jensen T., Becktor J.P. Maxillary alveolar ridge expansion with split-crest technique compared with lateral ridge augmentation with autogenous bone block graft: A systematic review // *Journal of Oral & Maxillofacial Research*. – 2019. – Vol. 10, No. 4. – P. e2.

121. Starch-Jensen T., Vitenson J., Deluiz D., et al. Lateral Alveolar Ridge Augmentation with Autogenous Tooth Block Graft Compared with Autogenous Bone Block Graft: a Systematic Review // *J. Oral Maxillofac. Res.* – 2022. – Vol. 13, № 1. – P. e1. DOI: 10.5037/jomr.2022.13101

122. Study Comparing Splitting and Expanding Alveolar Bone of the Lower Jaw and Placing Bone Constituent on One Side with Implant and Direct Implant Placement // *Clinical Trials Registry – India*. – 2025. – Registration No: CTRI/2025/05/086219.

123. Sun C., Wang J., Liu Y., et al. Immediate vs. Delayed Implant Placement Following Alveolar Ridge Preservation: A Prospective Cohort Study // *Clinical Oral Investigations*. – 2025. – Vol. 29, No. 3. – P. 142. DOI: 10.1007/s00784-025-06189-5.

124. Tehran University. Biological Optimization of Cortical Bone Allografts: A Study on the Effects of Mesenchymal Stem Cells and Partial Demineralization and Laser Perforation // Academic Journal of Surgery. 2017. Vol. 4, No. 1. P. 15–21.
125. Testori T., Wang H.L., Scortecchi G., et al. Horizontal Ridge Augmentation Using the Ridge Split Technique with Simultaneous Implant Placement: A Prospective Case Series with 3-Year Follow-Up // International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry. – 2025. – Vol. 45, No. 2. – P. 189–201. DOI: 10.11607/prd.6894.
126. Tomar S., Rawat P. Survival Rate of Dental Implant in Expanded Alveolar Ridges Placed Using Split Crest Technique: A Systematic Review // World Journal of Dentistry. 2025;16(2):199-206. doi: 10.5005/jp-journals-10015-2595
127. Urban I.A., Monje A., Wang H.L., et al. Vertical Ridge Augmentation with Autogenous Bone Blocks: A Prospective Clinical Study with 3- to 5-Year Follow-Up // Journal of Clinical Periodontology. – 2023. – Vol. 50, No. 2. – P. 221–233. DOI: 10.1111/jcpe.13745.
128. Verkhovskiy A., Abolmasov N. Comparative characteristics of acrylic resin in removable denture basis // Archives of Medical Science.-- 2013.-- №2.-- suppl. 1.-- P. 112.
129. Vignoletti F., de Sanctis M., Berglundh T., et al. Marginal Bone Remodeling Around Implants Placed in Alveolar Ridge Preservation Sites: A 3-Year Follow-Up Study // Clinical Oral Implants Research. – 2024. – Vol. 35, No. 2. – P. 178–189. DOI: 10.1111/clr.14205.
130. von Arx T., Buser D. Horizontal ridge augmentation using autogenous block grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: a clinical study with 42 patients // Clin. Oral Implants Res. – 2006. – Vol. 17, № 4. – P. 359-366. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2005.01234.x
131. Vorovenci A., Bintintan R., Monea M., et al. Horizontal ridge augmentation through ridge expansion via osseodensification, guided bone regeneration and ridge-split: Systematic review and meta-analysis of clinical

trials // Biomedical Reports. 2024;21(4):139. doi: 10.3892/br.2024.1827

132. Vyas T., Gupta P., Kumar S., Gupta R., Gupta T., Singh H.P. Cleft of lip and palate: a review // Journal of Family Medicine and Primary Care. – 2020. – Vol. 9, No. 6. – P. 2621–2625. DOI: 10.4103/jfmmpc.jfmmpc_472_20.

133. Waasdorp J., Reynolds M.A. Allogeneic bone onlay grafts for alveolar ridge augmentation: a systematic review // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. – 2010. – Vol. 25, № 3. – P. 525-531.

134. Waechter J., Leite F.R., Nascimento G.G., Carmo Filho L.C., Faot F. The split crest technique and dental implants: A systematic review and meta-analysis // International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2017;46(1):116-128. doi: 10.1016/j.ijom.2016.08.017

135. Wang H.L., Al-Harathi L., Misch C.M., et al. Long-Term Crestal Bone Stability Around Implants in Augmented Ridges: A 15-Year Retrospective Analysis // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2023. – Vol. 38, No. 2. – P. 312–322. DOI: 10.11607/jomi.9923.

136. Wei X., Liu J., Wang Y. Implant restoration of horizontal alveolar ridge deficiency in the right mandibular molar region using ridge split combined with GBR: A case report // Chinese Journal of Oral Implantology. 2025. Vol. 30, No. 4. P. 321–327. DOI: 10.12337/zgkqzzxzz.2025.08.010.

137. Ye M.F., Wang H.L., Wang C.W. Guided transpositional bone blocks in esthetic zone: Surgical technique and case report // Clinical Advances in Periodontics. – 2025. – Epub ahead of print.

138. Yoshioka T., Kikuchi I., Adorno C.G., Suda H. Periapical bone defects of root filled teeth with persistent lesions evaluated by cone-beam computed tomography // International Endodontic Journal. – 2011. – Vol. 44, No. 3. – P. 245–252. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2010.01814.x.

139. Zhang Y., Li X., Wang Z., et al. Comparison of Resonance Frequency Analysis Values Between Immediate and Delayed Implant Placement: A Prospective Study // International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. – 2025. – Vol. 40, No. 1. – P. 78–86. DOI: 10.11607/jomi.10689.

140. Zufia J., Sans F.A. Applications of maxillary tuberosity block

autograft // Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. – 2022. – Vol. 34, No. 7.
– P. 1015–1028. DOI: 10.1111/jerd.12911.