

На правах рукописи

КОРСАКОВА
Алена Игоревна

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И
ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ АТРОФИИ
АЛЬВЕОЛЯРНОГО ГРЕБНЯ В БОКОВЫХ ОТДЕЛАХ НИЖНЕЙ
ЧЕЛЮСТИ**

3.1.7. Стоматология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Краснодар – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель: доктор медицинских наук, профессор
Дурново Евгения Александровна.

Официальные оппоненты:

Яременко Андрей Ильич, доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра стоматологии хирургической и челюстно-лицевой хирургии, заведующий кафедрой;

Амхадова Малкан Абдрашидовна, доктор медицинских наук, профессор, государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского», кафедра хирургической стоматологии и имплантологии факультета усовершенствования врачей, заведующая кафедрой.

Ведущая организация:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится 14 февраля 2023 года в 09.00 час. на заседании диссертационного совета 21.2.014.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России) (350063, г. Краснодар, ул. Митрофана Седина, 4, тел. (861)2625018).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте (<http://www.ksma.ru>) ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России.

Автореферат разослан «___» _____ 202__ г.

Учёный секретарь
диссертационного совета 21.2.014.02
доктор медицинских наук,
профессор



Лапина Наталья Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Использование дентальных имплантатов в настоящее время является широко распространенным методом стоматологической ортопедической реабилитации пациентов с потерей зубов (А. В. Лепилин и соавт., 2022; S. A. Gehrke et al., 2019). Однако достаточно часто в клинической практике врачи сталкиваются с дефицитом горизонтальных параметров резидуального альвеолярного гребня, атрофированного после операции удаления зуба (А. А. Михайловский и соавт., 2015; Е. А. Дурново и соавт., 2019; M. G. Araujo et al., 2015; V. Chappuis et al., 2017), что приводит к невозможности проведения ортопедически-ориентированного имплантологического лечения.

Учёными предложено большое количество методик костной аугментации по устранению последствий горизонтальной атрофии (Э. А. Базилян и соавт., 2009; Е. А. Дурново и соавт., 2015; А. А. Мураев и соавт., 2017; П. В. Полупан и соавт., 2022; С. Ю. Иванов и соавт., 2022; F. Houry et al., 2015; I. A. Urban et al., 2019). Несмотря на это, не существует объективных доказательств того, что какой-то из методов наиболее оптимален (B. Elnayef et al., 2018). Необходимость аугментации костной ткани, выбор метода и направления остеопластики, в первую очередь, зависят от адекватного и рационального планирования лечения, опирающегося на предполагаемую ортопедическую конструкцию (М. И. Аккужин и соавт., 2020; M. Chiapasco et al., 2019).

Планирование лечения включает в себя проектирование будущей ортопедической реставрации, определение подлежащей трёхмерной протетически-заданной позиции имплантата, анализ количественных размерных характеристик и качественной структуры беззубого сегмента на основании клинкорadiологических методов обследования пациента. Изучение области предполагаемой имплантации проводится на основе КЛКТ-исследования (М. А. Амхадова, 2005; А. В. Лепилин и соавт., 2017; Д. Тамими и соавт., 2019). При этом в настоящее время нет чётких объективных протоколов, ориентиров, параметров, определяющих состояние костной ткани альвеолярного гребня при его проведении, имеющиеся схемы измерений являются достаточно субъективными (A. Mordenfeld et al., 2017; H. M. Barbu et al., 2021). Таким образом, совершенствование способов оценки параметров беззубого альвеолярного гребня в контексте ортопедически-ориентированной имплантации, разработка чётких алгоритмов планирования имплантологического лечения являются наиболее актуальными проблемами, требующими изучения.

С другой стороны, при существующем множестве высокоэффективных методик костных пластик, используемых при горизонтальной атрофии особенно в боковых отделах челюстей, нередко в практической имплантологии преимущественным выбором пользуются более простые в исполнении, малоинвазивные технологии. Однако не всегда такой выбор обоснован, так как ограничивает возможности регенераторного потенциала костной ткани, что не обеспечивает гарантированный результат (I. Milinkovic, L. Cordaro, 2014). В связи с этим, в настоящее время большое внимание уделяется разработке и внедрению

методов, позволяющих облегчить выполнение ряда высокорезультативных костных реконструкций альвеолярного гребня (А. П. Куценко и соавт., 2020; L. De Stavola et al., 2017; Н. J. Nickenig et al., 2019; F. Cecchetti et al., 2021, V. Alevizakos et al., 2021). Применение цифровых технологий, а именно, направляющих шаблонов, позволяет минимизировать и устранить сложности проведения хирургических вмешательств, снизить продолжительность операции и риск развития возможных осложнений. Несмотря на то, что шаблоны для имплантации широко распространены в стоматологической практике в настоящее время (М. А. Амхадова и соавт., 2014; П. А. Коледа, 2018; А. И. Яременко и соавт., 2019; Е. Д. Жидких и соавт., 2019; D. Schneider et al., 2021), шаблонов для реконструктивных костнопластических операций либо не существует, либо они редко используются.

Одним из немногих способов горизонтальной аугментации альвеолярного отростка/части челюстей, базирующихся на принципах костной регенерации, демонстрирующих высокую эффективность по данным разных авторов является метод расщепления гребня (сплит-техника) (Е. А. Дурново, 2016; E. Anitua et al., 2013; R. Bassetti et al., 2013; I. Agabiti et al., 2017; G. H. Nu et al., 2018). Данный вариант костной пластики биологически обоснован, проводится локально в пределах кости в зоне реконструкции. В настоящее время отсутствуют четкие критерии выбора указанной методики при различных вариантах анатомического строения альвеолярного гребня. Кроме того, данный способ является достаточно технически сложным в исполнении, требует большого опыта хирурга. Именно поэтому изучение эффективности и оптимизация сплит-техники с целью определения показаний и упрощения проведения самой операции представляются актуальными направлениями изучения.

Степень разработанности темы. Существует большое количество алгоритмов измерений для изучения параметров альвеолярного гребня, которые используются в клинической практике при планировании лечения и при проведении научных исследований, связанных, в основном, с демонстрацией эффективности той или иной методики костной реконструкции. В большинстве случаев измерения проводятся достаточно субъективно, без принятия во внимание будущей оси имплантата (А. Mordenfeld et al., 2017), возможного изменения позиции вершины альвеолярного гребня (Н. М. Barbu et al., 2021), без надлежащего построения кроссекциональных изображений. Некоторыми авторами предложено использование референсных линий и точек, что объективизирует подход к измерениям (С. Garaicoa et al., 2015). Однако большинство данных схем возможно к применению только в конкретной клинической ситуации (R. E. Jung et al., 2013), они не являются универсальными.

Таким образом, в настоящее время не существует чёткого, последовательного, легко выполнимого в практике и при проведении исследований, индивидуализированного алгоритма предварительного объективного анализа и динамической оценки костной ткани альвеолярного гребня челюстей при имплантологическом лечении.

Существенный вклад в разработку и изучение тех или иных методов костной пластики внесли как отечественные (А. Ю. Дробышев и соавт., 2011; Б.

С. Сибатян, 2012; Н. Ф. Ямуркова, 2015; Е. А. Дурново, 2016; С. Ю. Иванов и соавт., 2016; С. В. Тарасенко и соавт., 2017; А. А. Кулаков и соавт., 2018; А. И. Яременко и соавт., 2020), так и зарубежные ученые (Ф. А. Альфаро, 2006; Ф. Кури и соавт., 2013; И. Урбан, 2017). В их работах изложены ключевые принципы проведения разных видов костной реконструкции, обозначены возможные трудности и пути их решения. Однако, по-прежнему, вопрос подбора необходимой методики костной аугментации в той или иной клинической ситуации, остаётся широко обсуждаемой темой, требующей и дальнейшего активного изучения.

Цель исследования: оптимизировать цифровое планирование и хирургическое лечение в условиях горизонтальной атрофии альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти при использовании модифицированной двухэтапной сплит-техники и оценить её эффективность.

Задачи исследования:

1. Разработать персонифицированный алгоритм диагностики и динамической объективной оценки состояния костной ткани беззубого альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти, выявить наиболее значимые диагностические параметры.

2. Провести сравнительный анализ измерений параметров альвеолярного гребня челюстей при классической схеме и персонифицированном алгоритме до и после костной реконструкции и доказать объективность полученных результатов при разработанном алгоритме.

3. Оптимизировать модифицированную двухэтапную сплит-технику контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня путем разработки индивидуального цифрового шаблона.

4. Оценить эффективность модифицированной двухэтапной сплит-техники на основе клинических методов исследования, при использовании разработанного персонифицированного алгоритма в зависимости от сегмента беззубого альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти после его реконструкции.

5. На основании комплексного анализа результатов хирургического увеличения ширины альвеолярного гребня определить наиболее благоприятные факторы, являющиеся показаниями выбора для применения метода модифицированной двухэтапной сплит-техники при горизонтальной атрофии в боковых отделах нижней челюсти.

6. Изучить структуру костной ткани в области реконструкции альвеолярного гребня челюстей методом его расщепления на этапе имплантации по данным гистоморфометрического метода исследования.

7. Оценить прогнозируемость результатов хирургического лечения методом модифицированной двухэтапной сплит-техники на основании многофакторного анализа результатов клинико-радиологического метода исследования, получаемых при динамическом наблюдении за состоянием костной ткани после имплантации и в отдалённый период наблюдения.

8. Внедрить в практическое здравоохранение персонифицированный алгоритм диагностики и динамической оценки состояния костной ткани челюстей

при имплантологическом лечении и индивидуальный цифровой шаблон, как способ оптимизации модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти.

Научная новизна исследования. Впервые предложен и научно обоснован персонифицированный алгоритм диагностики и динамической объективной оценки состояния костной ткани альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти на этапе подготовки, в процессе и по окончании имплантологического лечения (заявка на патент № 2022108683 от 31.03.2022 г.).

Впервые проведен сравнительный анализ объективности полученных результатов измерений параметров альвеолярного гребня челюстей при классической схеме и разработанном персонифицированном алгоритме диагностики и динамической оценки.

Впервые оптимизирован способ модифицированной двухэтапной сплит-техники путем разработки индивидуального цифрового шаблона (патент РФ № 2779693 С1, приложение А).

Впервые доказана эффективность метода модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня при горизонтальной костной атрофии в боковых отделах нижней челюсти по данным клинико-радиологического метода исследования.

Уточнены показания для метода модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня на основе разработанного персонифицированного алгоритма диагностики.

Определена структура получаемого костного регенерата через 6 месяцев после проведения модифицированной двухэтапной сплит-техники в боковых отделах нижней челюсти по данным гистоморфометрического метода исследования.

Впервые внедрены в практическое здравоохранение персонифицированный алгоритм диагностики и динамической оценки состояния костной ткани челюстей при имплантологическом лечении и новый цифровой направляющий шаблон, как способ оптимизации модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти.

Теоретическая и практическая значимость работы. Аргументировано и научно обосновано использование разработанного персонифицированного алгоритма предварительной и динамической объективной оценки состояния костной ткани альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти на этапе подготовки, в процессе и по окончании имплантологического лечения по данным клиническо-радиологического метода исследования.

Доказано, что применение классической схемы измерений параметров альвеолярного гребня является малоинформативным в связи с тем, что данный метод является необъективным, приводит к погрешностям и неудовлетворительной диагностики состояния костной ткани в области будущей имплантации.

Применение персонифицированного цифрового шаблона для расщепления альвеолярного гребня позволяет упростить техническое выполнение, увеличить точность, снизить травматичность, риск развития осложнений костной пластики указанным способом, что позволяет оптимизировать метод реабилитации больных с горизонтальной атрофией в боковых отделах челюстей.

Использование персонифицированного алгоритма диагностики позволяет чётко определить показания для метода модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня при горизонтальной костной атрофии в боковых отделах нижней челюсти и адекватно оценить результаты костной реконструкции в отдаленный период, что подтверждено на основе данных клиническо-радиологического и гистоморфометрического методов исследования.

Методология и методы исследования. Методологической базой исследования являлось использование методов научного познания с применением эмпирических (наблюдение, сравнение, измерение, описание) и теоретических (анализ, обобщение, синтез) приёмов. Диссертационная работа осуществлена в виде клинического исследования с использованием современных подходов к обследованию, ведению и лечению пациентов, с применением клинических, радиологического, гистоморфометрического методов исследования, а также статистической обработки полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Разработанный персонифицированный алгоритм диагностики и динамической оценки состояния костной ткани альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти на этапах имплантологического лечения является объективным способом планирования реконструктивных вмешательств и ортопедически-ориентированной имплантации, позволяет выявить особенности строения альвеолярной кости, чётко определить показания к выбору метода хирургического лечения, провести наблюдение в ближайший и отдаленный период.

2. Применение разработанного индивидуального направляющего шаблона для расщепления альвеолярного гребня позволяет оптимизировать проведение реконструктивного хирургического вмешательства методом модифицированной двухэтапной сплит-техники, увеличить его точность, снизить травматичность и риск развития осложнений, что дает возможность повысить эффективность реабилитации больных с горизонтальной атрофией в боковых отделах нижней челюсти.

3. Проведение модифицированной двухэтапной сплит-техники по предложенным показаниям позволяет достичь стабильного прироста костной ткани по ширине при горизонтальной атрофии в боковых отделах нижней челюсти, что подтверждается результатами клинических, радиологического и гистоморфометрического методов исследования как в ближайшие, так и в отдаленные сроки наблюдения.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов, полученных в ходе исследования, подтверждается достаточным объемом выборки (обследовано 52 пациента, проведено 55 костных пластик в 127 сегментах челюстей), использованием современных способов обследования,

ведения и лечения пациентов, применением корректных статистических методов обработки данных. Полученные результаты наглядно представлены в виде таблиц и рисунков.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на: Научно-практической конференции челюстно-лицевых хирургов и стоматологов, посвященной 100-летию со дня рождения д.м.н., профессора В.Ф. Рудько: «Актуальные вопросы хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» (Москва, 22.03.2019); VI Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных и студентов с международным участием «VolgaMedScience», посвященной 100-летию ПИМУ (Нижний Новгород, 17.03.2020); Конгрессе «XI Национальный фестиваль имплантологии» в рамках XLIII Всероссийской научно-практической конференции СтАР «Актуальные проблемы стоматологии» и «Стоматология XXI века» (Москва, 19.09.2020); VI Всероссийской научно-практической конференции «3D-технологии в медицине» (Нижний Новгород, 06.11.2020); VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов с международным участием «VolgaMedScience» (Нижний Новгород, 17.03.2021); IX Международном междисциплинарном конгрессе по заболеваниям органов головы и шеи (Москва, 26.05.2021); Конгрессе «XII Национальный фестиваль имплантологии» в рамках XLV Всероссийской научно-практической конференции СтАР «Стоматология XXI века» (Москва, 26.09.2021).

Апробация диссертации состоялась на заседании проблемной комиссии по стоматологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 6 от 13.05.2022 г.).

Внедрение результатов исследования. Результаты выполненного исследования внедрены в лечебную практику стоматологической поликлиники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; поликлиники № 2 стоматологической федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Приволжский окружной медицинский центр» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации; общества с ограниченной ответственностью «Центр развития стоматологии «Садко». Материалы диссертации внесены в лекции и практические занятия, проводимые со студентами стоматологического, лечебного факультетов, факультета международного медицинского образования, в занятия с обучающимися на постдипломных программах на базе кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликовано 9 печатных работ, из них 6 – в изданиях, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комисси-

ей Минобрнауки России для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата наук, доктора наук и издания, приравненные к ним, 1 из них входит в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus, в том числе получен 1 патент.

Личный вклад автора в исследование. Автором выполнен аналитический обзор литературы с обобщением имеющихся данных отечественных и зарубежных источников по изучаемой теме. Разработан дизайн исследования, индивидуальные карты и алгоритм обследования пациентов. Осуществлены сбор клинического материала, анкетирование, диагностические исследования, дополнительные методы обследования. Личное участие в проведении предварительного цифрового планирования лечения, получении кроссекций по данным конусно-лучевой компьютерной томографии, выполнении измерений параметров альвеолярного гребня на всех этапах. Разработаны персонифицированный алгоритм диагностики и динамической оценки состояния костной ткани, индивидуальный цифровой шаблон для проведения расщепления альвеолярного гребня. При участии автора выполнены костные реконструкции альвеолярного гребня методом модифицированной двухэтапной сплит-техники, операции имплантации. Непосредственное участие в заборе и подготовке костных трепанобиоптатов, морфологическом исследовании полученных образцов. Осуществлен сбор и систематизация результатов исследования, составлены базы данных и самостоятельно проведена статистическая обработка. Выполнен анализ, интерпретация и обобщение полученных результатов, формулировка выводов и практических рекомендаций. По результатам исследования подготовлены публикации и доклады на конференциях.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 274 листах машинописного текста и состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Работа проиллюстрирована 123 рисунками, 71 таблицей. Список литературы включает 320 источников, из которых 75 – русскоязычных и 245 – на иностранных языках.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научно-исследовательская работа была проведена на основании результатов обследования и лечения 52 пациентов в возрасте 50 [26 - 66] лет (Me [Min - Max]), преимущественно женского пола ($69,231 \pm 6,4$ %). Критерии включения в исследование: пациенты с горизонтальной атрофией беззубого альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти, отсутствием выраженной вертикальной атрофии, наличием губчатого слоя между вестибулярной и язычной кортикальной пластинками (минимум 1 мм).

Критерии не включения в исследование: случаи, когда после удаления зубов прошло менее 6 месяцев, пациенты с выраженным дефицитом костной ткани беззубого альвеолярного гребня по высоте, некомпенсированной сопутствующей соматической патологией, эндокринными заболеваниями, при приеме лекарственных препаратов, влияющих на костный обмен, курении более 10

сигарет в день, беременности и лактации, возрасте младше 21 года, несоблюдении индивидуальной гигиены полости рта после проведения профессиональной гигиены и обучения (при индексе гигиены по Green-Vermillion более 1,6 балла), при наличии деструктивных воспалительных заболеваний пародонта.

Из общего количества пациентов была выделена группа контроля в составе 20 человек, в которую вошли случаи с незначительной атрофией альвеолярного гребня по ширине, не нуждающиеся в аугментации костной ткани, которым проводилась операция дентальной имплантации в 37 сегментах челюстей без предварительной реконструкции альвеолярного гребня с забором образцов костной ткани для гистоморфометрического метода исследования.

В изучаемую группу исследования вошли 32 пациента, у которых выявлены 55 беззубых дефекта нижней челюсти, требующих проведения горизонтальной реконструкции альвеолярного гребня. 24 пациентам из группы изучения была проведена костная реконструкция методом модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня (Е. А. Дурново и соавт., 2015), было выполнено 43 операции в 98 сегментах челюстей. Операция костной пластики (рисунок 1) заключалась в том, что после проведения местной анестезией, трапециевидного разреза и отслойки вестибулярного слизисто-надкостничного лоскута с помощью фрез и пьезохирurgicalического скальпеля проводились: продольная межкортикальная остеотомия по вершине альвеолярного гребня, горизонтальный апикальный пропилен на расстоянии не менее 3 мм от проекции нижнего альвеолярного нерва, две латеральные вертикальные остеотомии. С помощью плоских остеотомов и долот отделялся образовавшийся вестибулярный костный фрагмент, который ротировался на шарнирном апикальном пропилене и фиксировался в новом положении с помощью титановых микровинтов. Образовавшееся пространство заполнялось смесью ксеногенного остеопластического материала и аутокостной стружки. Зона реконструкции сверху перекрывалась резорбируемой коллагеновой мембраной. Проводилась мобилизация вестибулярного слизисто-надкостничного лоскута, рана без натяжения ушивалась двухрядным образом.

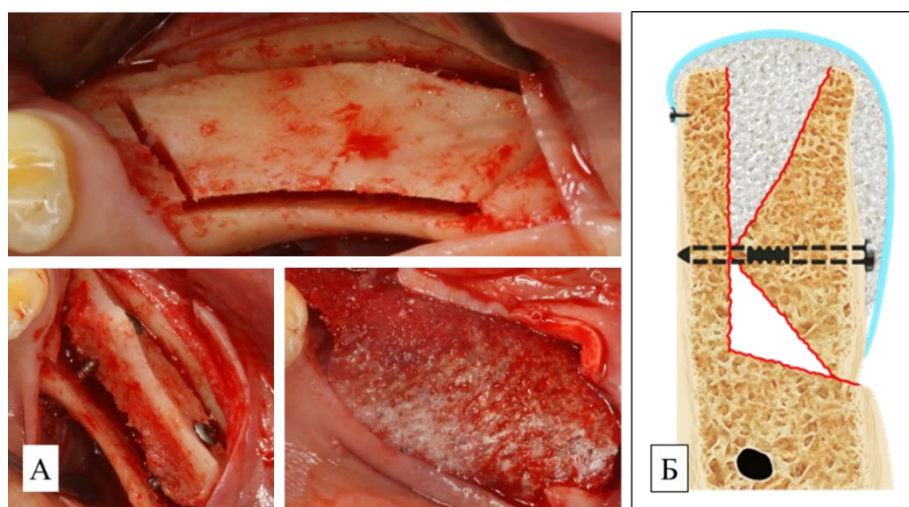


Рисунок 1 – Операция модифицированной двухэтапной сплит-техники, А – этапы операции на внутриротовых фотографиях, Б – схема операции

С целью оптимизации данного способа разработан **индивидуальный цифровой шаблон** для расщепления альвеолярного гребня (патент РФ № 2779693 С1), с помощью которого 8 пациентам в 29 сегментах челюстей было проведено 12 операций. Шаблон моделировался в CAD/CAM-программе на основе КЛКТ-рендеринга и представлял собой каппу из биосовместимого полимера, отверстия в которой задавали направление для проведения костных пропилов (рисунок 2).

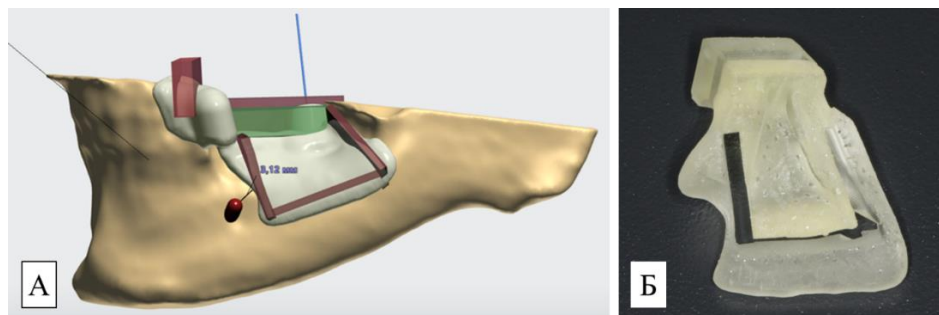


Рисунок 2 – Шаблона для расщепления альвеолярного гребня, А – на этапе моделирования, Б – напечатанный на 3D-принтере

Через 6 месяцев после костной реконструкции всем 32 пациентам проведена операция имплантации в 127 сегментах челюстей.

Клинические методы исследования: кроме общеклинического обследования пациентам осуществлялись измерения исходной ширины альвеолярного гребня в миллиметрах с помощью пародонтального зонда со шкалой UNC-15 (Hu-Friedy, США) и микрометра Iwanson (Пакистан) в области вершины с учетом толщины слизистой оболочки (W_m), вершины после отслойки слизисто-надкостничных лоскутов (W_c), на расстоянии 3 мм от его вершины (W_{1c}). Клинические измерения (W_{cs} , W_{1cs}) повторялись через 6 месяцев после костной реконструкции во время операции имплантации (рисунок 3).

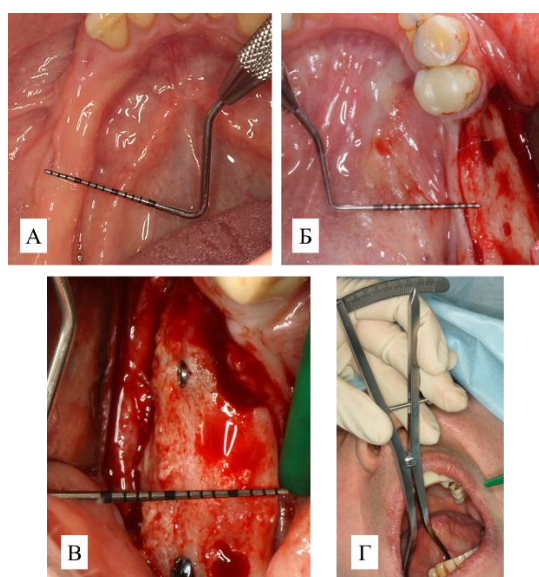


Рисунок 3 – Проведение клинических измерений ширины альвеолярного гребня, А – при исходной ситуации с учетом слизистой, Б – при исходной ситуации в области вершины, В – через 6 месяцев после костной пластики в области вершины, Г – на уровне 3 мм от пика гребня с помощью микрометра

Фиксировалось время операции костной пластики от момента местной анестезии до завершения наложения последнего шва в минутах с помощью электронного секундомера. Для оценки травматичности операции расщепления альвеолярного гребня определялись следующие характеристики раннего послеоперационного периода в баллах на 1-е, 3-и, 7-е и 14-е сутки: интенсивность боли (числовая рейтинговая шкала боли от 0 до 10), выраженность коллатерального отёка мягких тканей; наличие гематомы; наличие или отсутствие осложнений (нарушение чувствительности, расхождение швов, экспонирование зоны костной реконструкции). Выявление периимплантита через 1 год после протезирования выполнялось с помощью индекса пародонтального скрининга (PSI).

Цифровые методы диагностики: для визуальной регистрации начальной ситуации, а также протоколирования всех этапов лечения проводилось фотодокументирование с использованием цифровой зеркальной камеры Canon EOS 5DS R, макрообъектива. Проведено цифровое внутриротовое сканирование (TRIOS3 3Shape, Дания) в $75 \pm 6,005$ % случаев или снятие оттисков с последующей отливкой гипсовых моделей и их лабораторным сканированием у $25 \pm 6,005$ % пациентов с получением dcm или stl-файлов.

Радиологический метод исследования: всем пациентам выполнялась КЛКТ (Vatech PaX-i 3D, Южная Корея). Оценка состояния костной ткани до, на каждом этапе и после завершения имплантологического лечения проводилась с помощью **разработанного персонифицированного алгоритма** (заявка на патент № 2022108683 от 31.03.2022 г.), который заключался в следующем: предварительно выполнялось сопоставление данных сканирования и КЛКТ-исследования в CAD/CAM программе, маркировка нижнечелюстного канала и ментального отверстия, моделирование будущих ортопедических реставраций, определялась предпочтительная ортопедически-ориентированная 3D-позиция имплантатов. В программном обеспечении EzDent (Южная Корея) после загрузки dcm-файлов осуществлялась переориентация осей сечения для построения реформатов сегмента челюсти в индивидуальной системе координат, переносилась ортопедически-ориентированная позиция имплантата, определенная в CAD/CAM программе, с ориентиром на неизменяемые анатомические структуры (нижнечелюстной канал, ментальное отверстие, нижний край челюсти, угол нижней челюсти, зубы, ограничивающие зону дефекта), срез альвеолярного гребня в корональном реформате ротировался так, чтобы ось имплантата располагалась вертикально, устанавливалась толщина выделенного слоя 3 мм для усреднения значений, нивелирования погрешностей. Проводились референсные, неизменяемые на всех этапах лечения, линии: горизонтальная линия по верхней границе нижнечелюстного канала, горизонтальная линия по вершине альвеолярного гребня, вертикальная линия – траектория будущего имплантата. Осуществлялись измерения высоты альвеолярного гребня (H) между двумя горизонтальными референсными линиями, ширины гребня на уровне его вершины (W) и на расстояниях 1 мм (W1), 3 мм (W2) и 5 мм (W3) от неё перпендикулярно высоте (рисунок 4). Далее располагался виртуальный аналог планируемого к установке имплантата так, чтобы он был заглублен на 3,5 мм от

зенита будущей коронки, его верхушка располагалась на расстоянии не менее 2 мм от верхней границы канала, а также не менее 1,5 мм от лингвальной стенки при выраженном язычном поднутрении. Проводилось измерение угла наклона альвеолярного гребня (А) между его направлением и вертикальной линией.

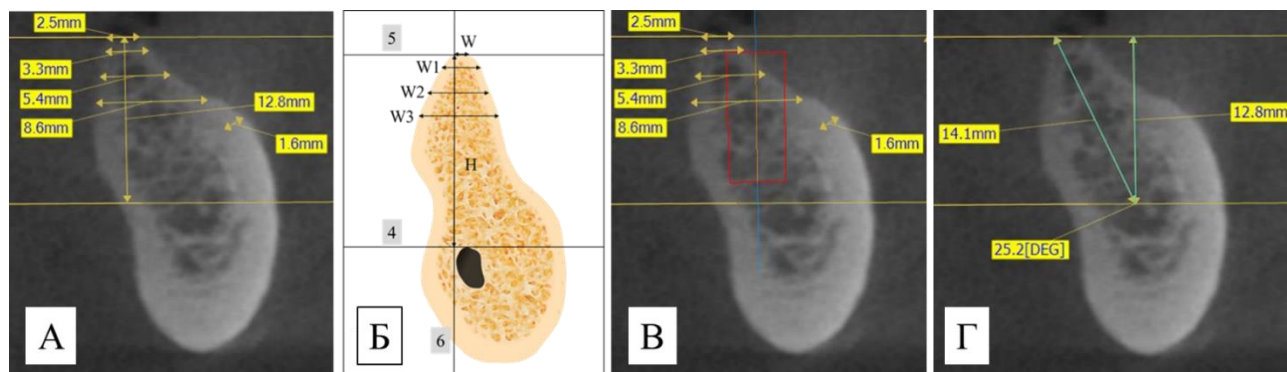


Рисунок 4 – Оценка параметров альвеолярного гребня согласно разработанному персонализированному алгоритму, А – измерения на КЛКТ, Б – схематично, В – размещение аналога имплантата, Г – измерение угла наклона гребня

Через 6 месяцев после костной пластики проводились повторные КЛКТ-измерения (Hs, Ws, W1s, W2s, W3s) по разработанному алгоритму с переносом всех референсных линий без изменения направления и расстояния между ними, что обеспечивало определение ширины гребня на одном уровне, что и до операции, опираясь от верхней границы нижнечелюстного канала (рисунок 5). Через 3-4 месяца после имплантации и через 1 год после протезирования выполнялись аналогичные измерения (Hi, W1i, W2i, W3i и Hn, W1n, W2n, W3n соответственно).

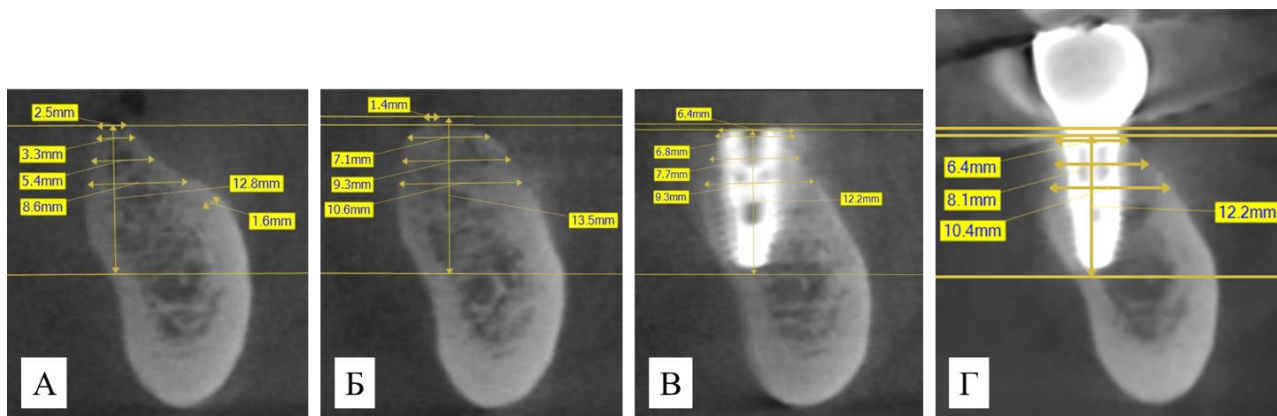


Рисунок 5 – Измерения параметров альвеолярного гребня на КЛКТ на всех этапах лечения, А – исходные данные, Б – через 6 месяцев после костной пластики, В – через 3-4 месяца после имплантации, Г – через 1 год после протезирования

Для определения объективности разработанного персонализированного алгоритма на основании КЛКТ 12 пациентов в 31 сегменте до и после костной пластики было проведено сравнение его результатов с данными классической схемы, при которой измерения проводились вдоль направления гребня от уровня его вершины, не учитывая возможные изменения высоты костной ткани после реконструкции (рисунок 6).

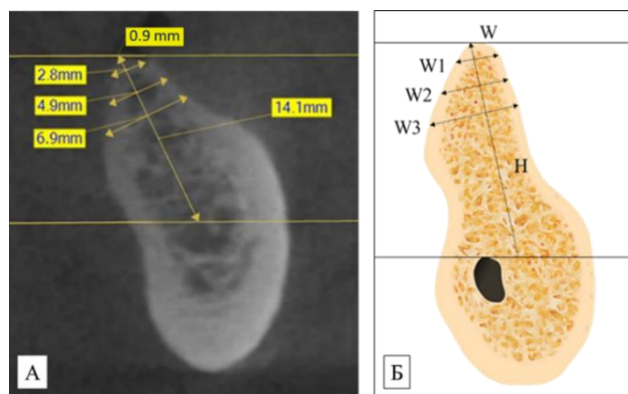


Рисунок 6 – Классическая схема измерений параметров альвеолярного гребня, А – на КЛКТ, Б – схематично

Гистоморфометрический метод исследования: во время подготовки ложа для установки имплантата проведен забор 37 костных трепанобиоптатов из зоны беззубого альвеолярного гребня у пациентов контрольной группы и 37 образцов из зоны костной реконструкции у пациентов группы изучения. Подготовка и исследование материала проводилась на базе кафедры патологической анатомии ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России. На цифровом сканирующем микроскопе 3DHISTECH PANNORAMIC MIDI (Carl Zeiss, Венгрия) выполнялись подсчет площади столбика костной ткани и остеопластического материала, относительной площади материала (MatS/CS), определение количества остецитов и лакун в 10 полях зрения на увеличении $\times 400$. Далее проводился перерасчёт числа остецитов и лакун на 1 мм^2 костного столбика.

Методы статистической обработки результатов: статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Excel и SPSS Statistics 22. Проверка принадлежности выборок к нормальному распределению выполнялась с помощью критериев Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка и графиков квантилей (Q-Q plot). Для обработки результатов применялись следующие параметрические и непараметрические методы: t-тест Стьюдента, однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), многомерный дисперсионный анализ (MANOVA), U-тест Манна-Уитни, корреляционный и регрессионный анализы. Различия считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Для устранения эффекта множественных сравнений применялась поправка Бонферрони.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнительный анализ результатов радиологического метода исследования при использовании *классической схемы измерений* и *разработанного персонафицированного алгоритма* показал завышение исходных показателей высоты беззубого альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти при традиционной схеме на $1,445 \pm 3,64 \text{ мм}$ ($9,266 \pm 7,343 \%$). Это приводит к неправильному планированию и некорректному подбору длины свёрл и имплантата, перфорации язычной стенки в области поднутрения и развитию, как следствие, воспалительных осложнений. При классической схеме измерений определяются преувеличенные показатели прироста ширины альвеолярного

гребня через 6 месяцев после костной пластики в виду смещения его вершины (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение прироста костной ткани при классической схеме измерений и при использовании разработанного алгоритма

В миллиметрах

Показатель	Критерий равенства дисперсий Левена		t-критерий для равенства средних	
	F	Значимость	Значимость	Разность
ΔW	3,799	0,057	0,025	0,988*
$\Delta W1$	3,921	0,053	0,003	1,299*
$\Delta W2$	1,268	0,265	0,009	0,819*
$\Delta W3$	0,426	0,516	0,036	0,503*
ΔH	0,096	0,758	0,109	0,474
* $p \leq 0,05$				

Напротив, разработанный персонифицированный алгоритм измерений, отталкивающийся от будущей позиции имплантата является объективным методом предварительной и динамической оценки. Измерения ширины альвеолярного гребня при данном способе до и после костной пластики проводятся строго на одном уровне.

Оценка эффективности модифицированной двухэтапной сплит-техники. Выявлен клинический прирост ширины альвеолярного гребня через 6 месяцев после костной пластики на $2,303 \pm 1,241$ мм ($140,256 \pm 58,639$ %) в области вершины без учета слизистой оболочки ($W_{cs} - W_c$), на $2,678 \pm 1,313$ мм ($80,882 \pm 21,611$ %) на расстоянии 3 мм от пика гребня ($W1_{cs} - W1_c$) ($p \leq 0,05$). При этом во время операции имплантации определялась клинически зрелая и хорошо кровоснабжаемая костная ткань.

Разработанный цифровой направляющий шаблон для расщепления альвеолярного гребня позволял провести атравматичное формирование остеотомий с минимальной потерей костной ткани, без риска травматизации сосудисто-нервного пучка, сократить время операции на $16,179 \pm 3,237$ %, упростить проведение вмешательства, что оптимизирует данный метод.

В раннем послеоперационном периоде пациенты отмечали болевые ощущения умеренной интенсивности, сильно выраженный отёк в первые трое суток с формированием гематомы в половине процентов случаев, которые уменьшались к 7-м суткам после операции. Осложнения определялись очень редко, лишь у одного пациента ($1,818 \pm 1,802$ %).

По результатам анализа КЛКТ по разработанному алгоритму до лечения и через 6 месяцев после костной пластики методом модифицированной двухэтапной сплит-техники выявлен прирост костной ткани в области вершины гребня ($W_s - W$) в размере $2,016 \pm 1,466$ мм ($124,534 \pm 43,441$ %), на уровне 1 мм от его вершины ($W1_s - W1$) – $2,068 \pm 1,611$ мм ($62,724 \pm 26,63$ %), 3 мм

(W2s – W2) – $2,754 \pm 1,1$ мм ($54,32 \pm 22,123$ %), 5 мм (W3s – W3) – $2,924 \pm 1,02$ мм ($45,673 \pm 19,687$ %) ($p \leq 0,05$) (рисунок 7). Наибольший процентный прирост ширины костной ткани наблюдался в области вершины гребня ($p \leq 0,008$), и далее снижался при более апикальных уровнях измерения. Наибольшие показатели увеличения ширины были выявлены при концевых множественных дефектах ($p \leq 0,05$). Среднее изменение высоты альвеолярного гребня через 6 месяцев после костной пластики (Hs – H) составило $-0,182 \pm 0,715$ мм ($1,178 \pm 2,743$ %) ($p \leq 0,05$).

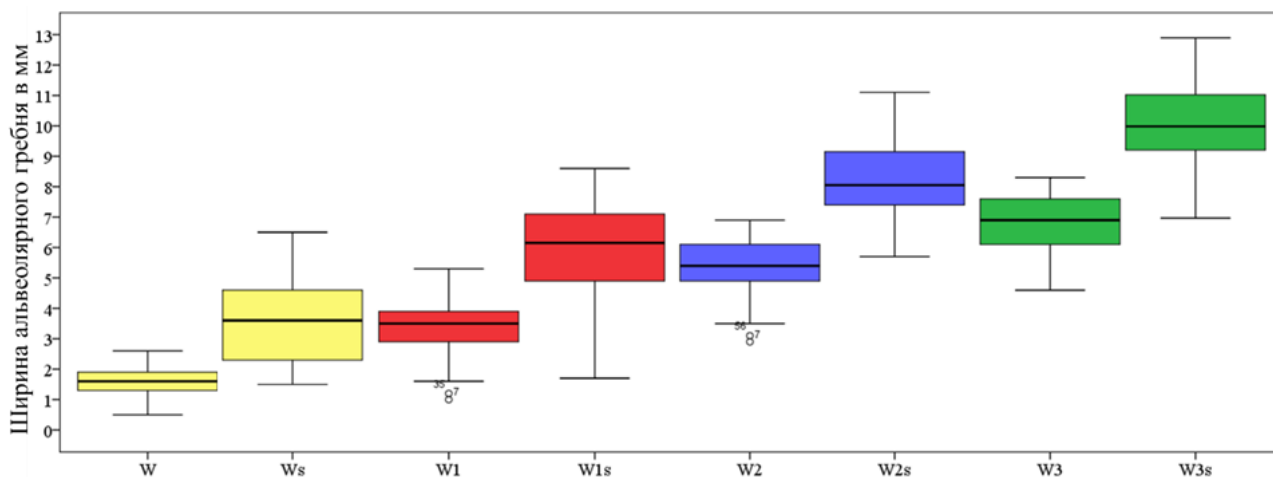


Рисунок 7 – Динамика изменений ширины гребня до и после костной пластики

Для выполнения одной из задач исследования, а именно, разработки показаний для проведения двухэтапной сплит-техники выполнен анализ изменений параметров альвеолярного гребня отдельно в каждом сегменте бокового отдела нижней челюсти: первый премоляр, второй премоляр, первый моляр, второй моляр (таблица 2). При этом выявлены более стабильные и равномерные результаты в области моляров нижней челюсти (рисунок 8). Большая редукция высоты альвеолярного гребня отмечалась в области премоляров.

Таблица 2 – Изменение показателей альвеолярного гребня через 6 месяцев после костной пластики в зависимости от сегмента нижней челюсти

Показатель	В миллиметрах и %			
	В области первых премоляров	В области вторых премоляров	В области первых моляров	В области вторых моляров
ΔW	$2,74 \pm 2,04$ мм $201,471 \pm 122,61$ %	$1,99 \pm 1,825$ мм $111,235 \pm 26,431$ %	$1,927 \pm 1,383$ мм $125,948 \pm 46,217$ %	$2,009 \pm 1,149$ мм $120,951 \pm 39,059$ %
$\Delta W1$	$2,438 \pm 1,734$ мм $86,669 \pm 20,266$ %	$1,31 \pm 1,772$ мм $38,563 \pm 26,409$ %	$2,314 \pm 1,564$ мм $73,587 \pm 24,860$ %	$2,307 \pm 1,298$ мм $64,262 \pm 25,293$ %
$\Delta W2$	$2,883 \pm 1,13$ мм $70,180 \pm 22,570$ %	$3,052 \pm 0,95$ мм $65,832 \pm 22,027$ %	$2,562 \pm 1,24$ мм $50,809 \pm 22,262$ %	$2,71 \pm 0,933$ мм $45,092 \pm 20,297$ %
$\Delta W3$	$2,967 \pm 1,243$ мм $54,863 \pm 21,399$ %	$3,346 \pm 0,981$ мм $58,110 \pm 20,561$ %	$2,691 \pm 1,079$ мм $42,119 \pm 19,534$ %	$2,852 \pm 0,701$ мм $37,680 \pm 17,614$ %
ΔH	$-0,525 \pm 1,204$ мм $-3,232 \pm 4,388$ %	$-0,203 \pm 0,808$ мм $-1,261 \pm 2,782$ %	$-0,189 \pm 0,632$ мм $-1,217 \pm 2,783$ %	$-0,003 \pm 0,4$ мм $-0,024 \pm 0,408$ %

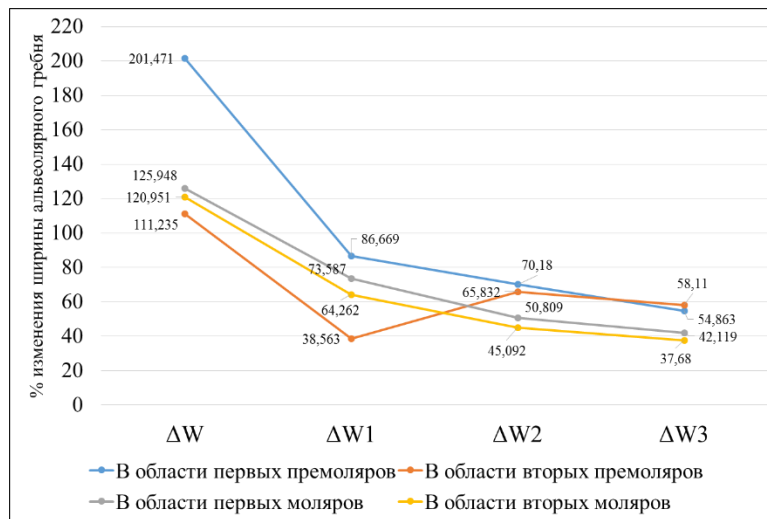


Рисунок 8 – График процентного прироста ширины альвеолярного гребня через 6 месяцев после костной пластики

Выявлена положительная корреляция между углом наклона альвеолярного гребня и получаемым приростом костной ткани по ширине на уровнях вершины гребня (ΔW), 1 мм ($\Delta W1$) и 3 мм ($\Delta W2$) ($p \leq 0,05$). При этом для учета редукции вертикального параметра альвеолярного гребня при невозможности проведения измерений в точках W, W1, W2 показатель увеличения ширины устанавливался равным 0. Наибольшие значения определены при угле наклона более 15° . Для прогнозирования ожидаемого прироста ширины костной ткани в зависимости от угла наклона гребня (A) на основе регрессионного анализа были определены формулы « $\Delta W = 0,183 \cdot A - 0,745$ » и « $\Delta W1 = 0,071 \cdot A - 0,144$ ».

При гистоморфометрическом исследовании костных трепанобиоптатов, полученных через 6 месяцев из зоны реконструкции, выявлена костная ткань хорошего качества с наличием всех структурных элементов, характеризующих нормальную кость (рисунок 9).

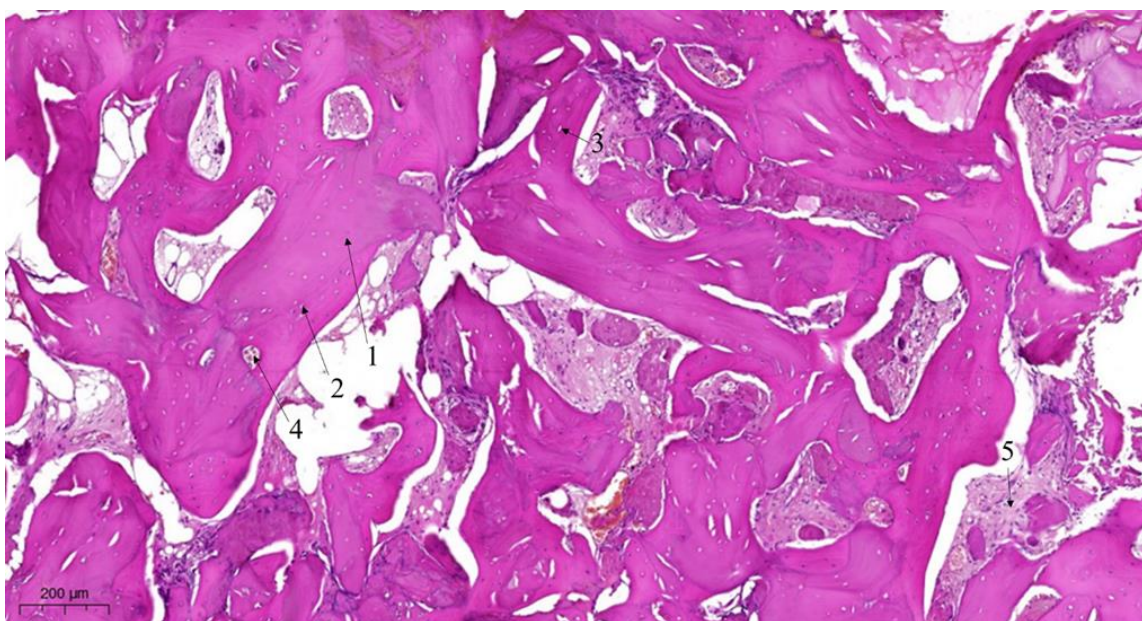


Рисунок 9 – Костный столбик из зоны через 6 месяцев после костной реконструкции. Окраска гематоксилином и эозином. 1 – остеопластический материал; 2 – остеоциты; 3 – пустые лакуны в новообразованной костной ткани; 4 – Гаверсов канал; 5 – фиброзная ткань

Определено небольшое количество остеопластического материала, относительная площадь которого составила $13,659 \pm 6,71 \%$, сохраняющего организацию коллагеновых волокон и включённого в костные балки. Обнаружено большее относительное количество витальных остеоцитов $74,01 \pm 5,99 \%$ в изучаемой группе по сравнению с группой контроля $53,691 \pm 4,085 \%$ ($p \leq 0,05$). В одном препарате из группы изучения ($2,703 \pm 2,666 \%$) наблюдалась дезорганизация коллагеновых волокон и отсутствие лакун в поверхностной части костного столбика, что является признаками некроза данного участка регенерата. Этот материал был получен у пациента, у которого в раннем послеоперационном периоде наблюдалось расхождение швов.

Прогнозируемость результатов, полученных после костной пластики методом расщепления альвеолярного гребня, оценивалась на основании динамического наблюдения при множественных сравнениях состояния костной ткани до, через 6 месяцев после костной пластики, через 3-4 месяца после имплантации и через 1 год после протезирования. Усадка регенерата на уровне 1 мм от вершины гребня произошла на $0,251 \pm 0,518$ мм ($4,181 \pm 8,169 \%$) через 3-4 месяца после имплантации (W1i – W1s) и на $0,133 \pm 0,171$ мм ($2,313 \pm 6,268 \%$) через 1 год после протезирования (W1n – W1i) ($p \leq 0,008$). На уровне 3 мм от пика гребня редукция костной ткани произошла на $0,435 \pm 0,351$ мм ($5,56 \pm 8,192 \%$) через 3-4 месяца после имплантации (W2i – W2s) и на $0,148 \pm 0,18$ мм ($2,003 \pm 5,155 \%$) через 1 год после протезирования (W2n – W2i) ($p \leq 0,008$). На уровне 5 мм от вершины альвеолярного гребня ширина костной ткани уменьшилась на $0,446 \pm 0,382$ мм ($4,783 \pm 6,988 \%$) через 3-4 месяца после имплантации (W3i – W3s) и на $0,092 \pm 0,138$ мм ($1,036 \pm 3,398 \%$) через 1 год после протезирования (W3n – W3i) ($p \leq 0,008$) (рисунок 10).

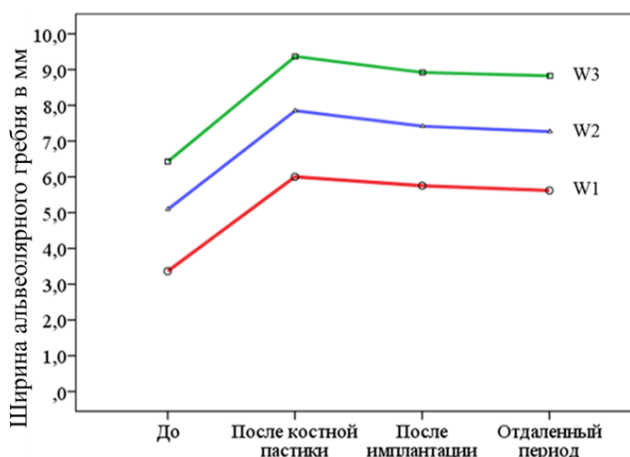


Рисунок 10 – График изменений параметров ширины гребня на разных этапах лечения

Все 127 имплантатов, установленных после проведения двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня, демонстрировали 100 % выживаемость через 1 год после протезирования. По результатам пародонтального скрининга PSI случаев периимплантита выявлено не было. По результатам КЛКТ-исследования в отдаленный период убыль апроксимальной костной ткани мезиально от уровня платформы имплантата составила максимум 0,7 мм, дистально – максимум 1 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный персонифицированный алгоритм диагностики и динамической объективной оценки состояния альвеолярной костной ткани, а также предложенный индивидуальный направляющий шаблон для расщепления альвеолярного гребня позволяют оптимизировать цифровое планирование и хирургическое лечение в условиях горизонтальной атрофии в боковых отделах нижней челюсти, обосновать высокую эффективность модифицированной двухэтапной сплит-техники, что подтверждено результатами клинических, радиологического и гистоморфометрического методов исследования в ближайшие и отдаленные сроки наблюдения.

ВЫВОДЫ

1. Разработан персонифицированный алгоритм диагностики и объективной динамической оценки состояния костной ткани альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти (заявка на патент № 2022108683 от 31.03.2022 г.), основанный на виртуальном моделировании предполагаемой ортопедической конструкции, определении протетически-заданной 3D-позиции имплантата, переориентации осей сечений для построения КЛКТ-реформатов сегмента челюсти в индивидуальной системе координат, проведении референсных неизменяемых на всех этапах лечения линий на кроссекциональном изображении, измерении параметров альвеолярного гребня в зависимости от ортопедически-ориентированной позиции имплантата.

2. Проведенный сравнительный анализ полученных результатов при классической схеме и разработанном персонифицированном алгоритме до и после костной реконструкции позволил выявить статистически значимые различия в измеряемых параметрах альвеолярного гребня (ширине и высоте) сегмента челюсти, а именно, некорректные исходные измерения высоты резидуального альвеолярного гребня, которые были на $9,266 \pm 7,343$ % больше при традиционном методе, чем разработанном алгоритме. Зарегистрировано завышение показателей прироста ширины костной ткани после костной пластики при классической схеме измерений на $54,739 \pm 37,049$ % в области вершины, $64,18 \pm 33,702$ % на расстоянии 1 мм от пика гребня, $30,446 \pm 28,058$ % на уровне 3 мм и $17,144 \pm 22,003$ % на высоте 5 мм. Таким образом, использование классической схемы измерений ведёт к некорректному планированию и необъективной динамической оценке состояния костной ткани альвеолярного гребня, что не оправдывает её использование в клинической практике и научных исследованиях.

3. Разработан способ оптимизации модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня путём предварительного цифрового планирования и изготовления индивидуального направляющего шаблона для проведения данной методики костной пластики (патент РФ № 2779693 С1), что упрощает технически, сводит к минимуму риск развития осложнений, сокращает время оперативного вмешательства на $16,179 \pm 3,237$ %.

4. Модифицированная двухэтапная сплит-техника контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня является эффективным методом для устранения горизонтальной атрофии костной ткани в боковых отделах нижней челюсти, что доказано средним уровнем интенсивности ответной воспалительной реакции организма в раннем послеоперационном периоде, практически отсутствием осложнений. Данные клинического метода исследования показали статистически значимое увеличение ширины альвеолярного гребня в области его вершины ($W_{cs} - W_c$) на $140,256 \pm 58,639$ %, на уровне 3 мм от пика гребня ($W_{1cs} - W_{1c}$) на $80,882 \pm 21,611$ %. Результаты радиологического метода исследования через 6 месяцев после костной реконструкции позволили выявить значительный прирост костной ткани в области вершины гребня ($W_s - W$) на $124,534 \pm 43,441$ %, на уровне 1 мм от его вершины ($W_{1s} - W_1$) – $62,724 \pm 26,630$ %, 3 мм ($W_{2s} - W_2$) – $54,320 \pm 22,123$ %, 5 мм – $45,673 \pm 19,687$ % ($p \leq 0,05$).

5. Показаниями для модифицированной двухэтапной сплит-техники являются множественные концевые горизонтальные дефекты в боковых отделах нижней челюсти, преимущественно в области моляров, с выраженным наклоном альвеолярного гребня в язычную сторону (угле наклона альвеолярного гребня более 15°), при достаточном вертикальном параметре ($H \geq 10$ мм) и наличии губчатого вещества минимум 1 мм между кортикальными пластинками.

6. Жизнеспособность вновь образованной костной ткани через 6 месяцев после проведения указанного способа реконструкции подтверждена наличием большого количества витальных остеоцитов ($74,01 \pm 5,99$ %), компактного и губчатого вещества, Гаверсовых каналов, костного мозга, незначительного объема интегрированного остеопластического материала ($13,659 \pm 6,71$ %), что определено результатами гистоморфометрического метода исследования.

7. Доказана прогнозируемость результатов хирургического лечения методом модифицированной двухэтапной сплит-техники на основании многофакторного анализа результатов клинико-радиологического метода исследования, получаемых при динамическом наблюдении за состоянием костной ткани после имплантации и в отдалённый период наблюдения. Так, усадка регенерата по ширине альвеолярного гребня в изучаемых точках на КЛКТ произошла до $5,56 \pm 8,192$ % через 3-4 месяца после имплантации и до $2,313 \pm 6,268$ % через 1 год после протезирования. Через 1 год после протезирования выявлена 100 % выживаемость имплантатов, случаев периимплантита не было, убыль апроксимальной костной ткани от уровня платформы имплантата произошла максимум на 1 мм.

8. Внедрены в практическое здравоохранение: персонифицированный алгоритм предварительной и динамической объективной оценки состояния костной ткани альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти на этапах имплантологического лечения; способ оптимизации расщепления альвеолярного гребня челюстей с использованием цифрового направляющего шаблона.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При ортопедическом лечении с опорой на дентальные имплантаты важно проводить предварительное планирование, опираясь на конечный желаемый протетический результат. При оценке состояния костной ткани до и на этапах лечения следует отталкиваться от ортопедически-ориентированной позиции имплантата. Это можно осуществить с помощью разработанного персонализированного алгоритма, заключающегося в виртуальном моделировании предполагаемой ортопедической конструкции, определении протетически-заданной 3D-позиции имплантата, переориентации осей сечений для построения КЛКТ-реформатов сегмента челюсти в индивидуальной системе координат, проведении референсных не изменяемых на всех этапах лечения линий на кроссекционном изображении, измерении высоты альвеолярного гребня от его вершины до верхней границы нижнечелюстного канала вдоль ортопедически-ориентированной позиции имплантата, ширины гребня, перпендикулярной высоте, на уровне его пика, а также на расстоянии 1, 3 и 5 мм от него.

2. С использованием данных, полученных с помощью разработанного алгоритма, важно осуществить оценку необходимости костной пластики. Для этого нужно разместить виртуальный аналог имплантата на поперечном КЛКТ-срезе альвеолярного гребня так, чтобы он располагался на расстоянии не менее 2 мм от верхней границы нижнечелюстного канала, а также не менее 1,5 мм от лингвальной стенки при выраженном язычном поднутрении, был заглублен на 3,5 мм от зенита будущей ортопедической реставрации. При этом если удаётся установить имплантат длиной более или равной 8 мм, и он окружен не менее 1,5 мм костной ткани в вестибулярном и язычном направлении, необходимо считать, что её достаточно для проведения имплантации. При иных условиях, то есть дефиците костной ткани, необходимо определить вектор и объем её аугментации. При мониторинге прироста костной ткани после реконструкции важно учитывать изменяемый вертикальный размер гребня. Отправной точкой измерений должны служить неизменяемые анатомические структуры такие, как, нижнечелюстной канал, ментальное отверстие. Кроме того, следует проводить динамическое наблюдение за профилем костной ткани на всех этапах имплантологического лечения и по его окончании.

3. Метод модифицированной двухэтапной сплит-техники контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня является эффективным и прогнозируемым способом по устранению последствий горизонтальной атрофии в боковых отделах нижней челюсти. Особенностью данного способа является проведение распилов с формированием мобилизованного остеотомированного участка вестибулярной пластины, который ротируется на шарнирном апикальном пропиле и фиксируется в новом положении с помощью титановых микро-винтов.

4. Для оптимизации модифицированной двухэтапной сплит-техники необходимо использовать индивидуальный направляющий шаблон для расщепления гребня. Цифровое планирование шаблона проводится на основе рендеринга КЛКТ, моделирования каппы, опирающейся на альвеолярную часть

нижней челюсти, фиксирующейся на соседних зубах или с помощью пина, имеющей разрезы-направления для проведения остеотомий, после чего шаблон изготавливается методом 3D-печати.

5. Показаниями для методики двухэтапного расщепления альвеолярного гребня являются множественные концевые горизонтальные дефекты в боковых отделах нижней челюсти, преимущественно в области моляров, с выраженным наклоном альвеолярного гребня в язычную сторону (угле наклона альвеолярного гребня более 15°), при достаточном вертикальном параметре ($H \geq 10$ мм) и наличии губчатого вещества минимум 1 мм между кортикальными пластинками. Можно спрогнозировать ожидаемый прирост ширины костной ткани на уровне вершины гребня (ΔW) и на уровне 1 мм от неё ($\Delta W1$) после проведения двухэтапного расщепления, используя формулы « $\Delta W = 0,183 \cdot A - 0,745$ » и « $\Delta W1 = 0,071 \cdot A - 0,144$ » соответственно.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы диссертации заключаются в предложении модификаций персонифицированного алгоритма изучения параметров альвеолярного гребня в боковых отделах нижней челюсти для других участков челюстей, определении показаний для альтернативных способов костной аугментации, объективной оценки их эффективности и оптимизации с помощью цифровых технологий.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. *Дурново, Е. А. Расщепление альвеолярного гребня - перспективный и прогнозируемый метод увеличения ширины костной ткани в боковых отделах нижней челюсти / Е. А. Дурново, А. С. Ключков, А. И. Корсакова // *Dental Forum*. – 2019. – № 4 (75). – С. 34-35.

2. Анализ морфометрических изменений альвеолярного гребня челюстей, возникающих после удаления зуба / А. И. Корсакова, И. А. Жадובה, Г. Р. Пуряева, Е. А. Дурново // *VOLGAMEDSCIENCE: Сборник тезисов VI Всероссийской конференции молодых ученых и студентов с международным участием*, Нижний Новгород, 16–17 марта 2020 года. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2020. – С. 527-530.

3. **Модифицированная двухэтапная сплит-техника контролируемого увеличения ширины альвеолярного гребня при горизонтальной атрофии в боковых отделах нижней челюсти: первый этап исследований / А. И. Корсакова, И. А. Жадובה, А. С. Ключков [и др.] // *Современные технологии в медицине*. – 2020. – Т. 12. – № 4. – С. 40-47.

4. *Ортопедически ориентированное планирование костной пластики атрофированного беззубого альвеолярного гребня челюстей / Е. А. Дурново, А. И. Корсакова, Н. А. Беспалова [и др.] // *Российский вестник дентальной имплантологии*. – 2020. – № 1-2 (47-48). – С. 36-43.

5. *Анализ изменений альвеолярного гребня челюстей, возникающих после удаления зуба / Е. А. Дурново, А. И. Корсакова, И. А. Жадובה, Г. Р. Пуряева // *Dental Forum*. – 2020. – № 4 (79). – С. 22-23.

6. Ортопедически-ориентированное цифровое планирование на разных этапах имплантологического лечения / Е. А. Дурново, А. И. Корсакова, А. С. Ключков [и др.] // 3D-

технологии в медицине: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 06 ноября 2020 года. – Нижний Новгород: Издательство Приволжского исследовательского медицинского университета, 2020. – С. 22-24.

7. **Корсакова, А. И.** Костное моделирование альвеолярных отростков (частей) челюстей при реконструкции костной ткани методом контролируемого расщепления альвеолярного гребня / А. И. Корсакова, Н. Ю. Орлинская, С. А. Дурново // VOLGAMEDSCIENCE: Сборник тезисов VII Всероссийской конференции молодых ученых и студентов с международным участием: материалы конференции, Нижний Новгород, 16–18 марта 2021 года. – Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2021. – С. 743-745.

8. *Дурново, Е. А. Создание цифрового шаблона как этап реализации персонализированного подхода в реконструктивной хирургии альвеолярного гребня челюстей / Е. А. Дурново, А. И. Корсакова, Н. Е. Хомутишникова // Медицинский альманах. – 2022. – № 2 (71). – С. 55-62.

9. ***Патент № 2 779 693 С1 Российская Федерация, МПК А61С 3/00. Шаблон для проведения расщепления альвеолярного гребня : № 2022109755 : заявл. 12.04.2022 : опубл. 12.09.2022 / Е. А. Дурново, А. И. Корсакова; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации – Бюл. № 26.

* – Работа опубликована в журнале, включенном в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

** – Работа опубликована в издании, входящем в международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованном Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

*** – Патенты.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

2D – двухмерный, плоскостной

3D – трёхмерный

CAD/CAM – Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing – системы автоматизированного проектирования/изготовления

Dicom – Digital Imaging and Communications in Medicine – стандарт цифровой визуализации и связи в медицине

Stl – Stereolithography – формат файла, используемый для хранения трёхмерных моделей объектов

Dcm – формат файла, используемый для хранения трёхмерных моделей объектов в среде 3Shape

W – ширина альвеолярного гребня

H – высота альвеолярного гребня

A – угол наклона альвеолярного гребня на КЛКТ

Δ – разность значений

PSI – Periodontal Screening Index – индекс пародонтального скрининга

MatS/CS – относительная площадь остеопластического материала в костном столбике