Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
(ФГАОУ ВО «РУДН»)

На правах рукописи

Седов Юрий Георгиевич

РОЛЬ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ АНАТОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЭТАПА ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия
14.01.14 – стоматология

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научные руководители:
доктор медицинских наук
профессор А.М. Аванесов

доктор медицинских наук
профессор Н.И. Сергеев

Москва 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ…….....4

ВВЕДЕНИЕ……5

ГЛАВА 1. ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ АНАТОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ (обзор литературы)……11

1.1 Современные принципы планирования дентальной имплантации……11

1.2 Диагностические возможности рентгенологических методов обследования в дентальной имплантологии……14

1.3 Анатомические факторы риска при планировании дентальной имплантации: особенности строения, топография, лучевая семиотика……22

1.3.1 Canalis sinuosus……23

1.3.2 Альвеоло-антральная артерия……25

1.3.3 Нижнечелюстной резцовый канал……27

1.3.4 Зоны поднутрения нижней челюсти……29

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……33

2.1 Клиническая характеристика пациентов……33

2.2 Дизайн исследования……34

2.3 Методы исследования……..36

2.4 Статистическая обработка данных……47

ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЧЕЛЮСТЕЙ. АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЭТАПА ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ……49

3.1 Клинико-лучевая характеристика анатомических структур верхней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии……49

3.1.1 Canalis sinuosus……49

3.1.2 Альвеоло-антральная артерия……55

3.2 Клинико-лучевая характеристика анатомических структур нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии……63
3.2.1 Нижнечелюстной резцовый канал……63
3.2.2 Зоны поднутрения нижней челюсти……67
3.3 Оценка информативности конусно-лучевой компьютерной томографии для визуализации анатомических особенностей челюстей……72
3.4 Сравнительный анализ диагностической эффективности конусно-лучевой компьютерной томографии и ортопантомографии в выявлении анатомических факторов риска……75
3.5 Алгоритм планирования дентальной имплантации с учетом анатомических особенностей различных отделов челюстей и оценка эффективности его применения в клинике……78
3.5.1 Протокол планирования дентальной имплантации в переднем отделе верхней челюсти……78
3.5.2 Протокол планирования дентальной имплантации в дистальных отделах верхней челюсти……82
3.5.3 Протокол планирования дентальной имплантации в подбородочном отделе нижней челюсти……87
3.5.4 Протокол планирования дентальной имплантации в дистальных отделах нижней челюсти……90
3.6 Оценка эффективности применения алгоритма виртуального планирования в клинике, профилактика осложнений……94

ЗАКЛЮЧЕНИЕ……97

ВЫВОДЫ……105

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……106

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……107

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ВЧ верхняя челюсть

НЧ нижняя челюсть

ИРЗ интраоральная рентгенография зуба (внутриротовая рентгенография зубов)

ОПТГ панорамная зонография челюстей

СКТ спиральная компьютерная томография

МСКТ мультиспиральная компьютерная томография

КЛКТ конусно-лучевая компьютерная томография

ОИ остеоинтеграция

CS canalis sinuosus

ААА альвеоло-антральная артерия

ЗПНЧ зона поднутрения нижней челюсти

НРК нижнечелюстной резцовый канал

NC расстояние от выходного отверстия канала до полости носа расстояние от выходного отверстия канала до вестибулярной кортикальной пластинки альвеолярного отростка

VC расстояние от выходного отверстия канала до края альвеолярного гребня со стороны полости рта

MPR многоплоскостная реконструкция

КТ компьютерная томография

НЧК нижнечелюстной канал

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Основополагающую роль в оценке исходного состояния зубочелюстной системы перед любым видом стоматологического лечения, а также на его этапах и для контроля результатов, играют лучевые методы обследования. Это в полной мере относится к дентальной имплантации.

Ортопедическое лечение пациентов с использованием внутрикостных имплантатов является функционально и эстетически эффективным методом замещения дефектов зубных рядов или лечения полного отсутствия зубов [23]. Данная технология стала неотъемлемой частью современной стоматологии и обладает рядом преимуществ перед традиционным протезированием. Однако успешность протезирования пациентов с опорой на дентальные имплантаты во многом зависит от тщательного планирования и предоперационной подготовки.

Несмотря на научные достижения последних десятилетий в области хирургической и ортопедической стоматологии, пародонтологии, биологии кости, изучение особенностей остеоинтеграции имплантатов различных систем и типов, создание новых костно-пластических препаратов, процент осложнений дентальной имплантации, включая периимплантит, в среднем составляет 5–10% [3,6,7]. Например, по данным Фроума С., в США в 2014 году установили около 200 000 дентальных имплантатов, а это значит, что порядка 10 000 имплантатов были потеряны [9, 31].

Основными причинами осложнений имплантации, помимо неудовлетворительной гигиены полости рта, курения, системных заболеваний, приема лекарственных средств, являются травма важных анатомических структур челюстно-лицевой области, неудовлетворительное качество кости в области предполагаемой имплантации, сопутствующая патология зубочелюстной системы и челюстно-лицевой области [2,5]. В связи с этим, очевидна важность совершенствования методик предимплантационной диагностики и планирования лечения. Для принятия решения относительно того или иного метода дентальной имплантации, помимо данных анамнеза, клинико-инструментального обследования, необходимо иметь информацию об объеме имеющейся костной ткани, типе ее архитектоники, состоянии оставшихся зубов, слизистой оболочки и околочелюстных мягких тканей, топографии и состоянии анатомических образований челюстей. Источниками такой информации служит рентгенологическое обследование, которое является важнейшей составляющей подготовки хирургического этапа дентальной имплантации.

В настоящее время в дентальной имплантации широко применяется комплекс различных методов лучевой диагностики, включающий как традиционную рентгенографию челюстных костей (интраоральная рентгенография, панорамная зонография челюстей (ОПТГ) и др.), так и трехмерные методы исследования (спиральная компьютерная томография (СКТ) и конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ)).

Хорошо изучены вопросы использования КЛКТ для определения объема остаточной костной ткани, оценки состояния зон предполагаемой имплантации, виртуального компьютерного моделирования [39,55]. Ряд исследований, проведенных на секционном материале и препаратах сухих челюстей, свидетельствуют о вариабельности топографии важных анатомических структур в зависимости от возраста, пола и степени атрофии челюстной кости [125,142,150]. Но эти данные, в большинстве своем, касаются расположения дна верхнечелюстных пазух или дна полости носа, локализации носо-небных и нижнечелюстных каналов, вида и степени атрофии альвеолярных отделов челюстей. Также в публикациях недостаточно сведений об индивидуальных рентгеноанатомических особенностях и деталях структур челюстно-лицевой области применительно к стоматологической имплантации.

На хирургическом этапе имплантации существует определенный риск повреждения, помимо традиционно учитываемых структур (резцовый канал, верхнечелюстная пазуха, полость носа, компактные стенки челюстей), еще и менее известных, но не менее важных, а именно: canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, нижнеальвеолярных нервов и их ветвей, зон поднутрений [6,13]. Важно отметить, что в литературе присутствуют только разрозненные данные и отдельные наблюдения вышеперечисленных «малых структур».

Кроме того, не всегда осуществляется корректное планирование операции с помощью компьютерной томографии. Как правило, это происходит из-за отсутствия строгого алгоритма действий при оценке той или иной анатомической зоны. Следует отметить, что при полноценной трехмерной радиодиагностике в совокупности с имеющимися знаниями по анатомии челюстно-лицевой области успех ортопедического лечения с применением дентальных имплантатов в качестве опор повышается.

Например, по данным Meyers R., частота изменения чувствительности ветвей нижнеальвеолярного нерва после установки дентальных имплантатов на нижней челюсти составляет от 8,5 до 33% [116]. Подобные осложнения наиболее вероятны в тех случаях, когда оперативное вмешательство проводится без учета возрастных и индивидуальных особенностей строения нижней челюсти и нижнечелюстного канала.

Все вышесказанное отражает необходимость научного обоснования эффективности применения конусно-лучевой компьютерной томографии для анализа анатомических факторов риска верхней и нижней челюстей, уточнения их клинико-диагностических признаков при подготовке к имплантологическому лечению, детализации алгоритмов виртуального планирования имплантации с учетом полученных визуальных данных и конкретной клинической ситуации.

Цель — повышение эффективности предоперационной лучевой диагностики анатомических факторов риска при планировании дентальной имплантации.

Задачи:

1. Уточнить особенности лучевой семиотики анатомических структур верхней и нижней челюстей и определить их клинически значимые морфометрические параметры на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии.
2. Оценить информативность конусно-лучевой компьютерной томографии для визуализации анатомических особенностей челюстей у пациентов с частичным или полным отсутствием зубов.
3. Провести сравнительный анализ диагностической эффективности конусно-лучевой компьютерной томографии и ортопантомографии в выявлении canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии, поднижнечелюстной ямки и нижнечелюстного резцового канала.
4. Разработать оптимальный алгоритм планирования дентальной имплантации с учетом анатомических факторов риска и оценить эффективность его применения для различных клинических ситуаций.

Научная новизна работы

Впервые оценена информативность конусно-лучевой компьютерной томографии для визуализации и рентгеноморфометрии анатомических особенностей челюстей.

При предимплантационном обследовании пациентов установлена высокая диагностическая эффективность и приоритетность использования конусно-лучевой компьютерной томографии по сравнению с традиционными методами рентгенографии.

Разработан алгоритм планирования дентальной имплантации в различных клинических ситуациях с учетом анатомических особенностей челюстей (canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, поднижнечелюстных ямок, нижнечелюстных резцовых каналов).

Практическая значимость

Разработан клинико-диагностический комплекс для выявления и анализа «малых» анатомических структур при планировании дентальной имплантации.

Получены новые данные о лучевой семиотике, размерах и топографии canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, зон поднутрений, нижнечелюстных резцовых каналов по результатам конусно-лучевой компьютерной томографии. Доказана ее высокая эффективность и приоритетность использования в предимплантационном обследовании пациентов с дефектами зубных рядов или их полном отсутствии.

Предложен оптимальный диагностический алгоритм планирования дентальной имплантации в различных клинических ситуациях с учетом анатомических особенностей челюстей (canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, поднижнечелюстных ямок, нижнечелюстных резцовых каналов), позволяющий снизить риск развития осложнений.

Результаты исследования могут быть использованы в практической работе стоматологических медицинских организаций, челюстно-лицевых стационаров, отделений лучевой диагностики, лабораторий, занимающихся изготовлением навигационных шаблонов, а также в образовательном процессе при обучении врачей стоматологов, челюстно-лицевых хирургов, специалистов лучевой диагностики.

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Конусно-лучевая компьютерная томография является наиболее эффективным способом визуализации анатомических факторов риска на этапе планирования дентальной имплантации.
2. Оптимальный алгоритм планирования дентальной имплантации должен включать оценку анатомических факторов риска на основе данных КЛКТ и быть внедрен в повседневную работу врачей стоматологов, рентгенологов и зуботехнических лабораторий.

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в программы последипломного образования в ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов». Разработанный алгоритм виртуального планирования имплантата с учетом ана-

томических структур используется в процессе изготовления сложных хирургических шаблонов с помощью 3D-печати и введен в учебный курс повышения квалификации для врачей-стоматологов «Лучевая диагностика в дентальной имплантации». Получены акты внедрения от стоматологических клиник ООО «Реавиз» г. Самара, ООО «Чароит» г. Пермь, ООО «Диэлит» г. Киров, ООО «Стом» г. Иркутск, ООО «СтомаЛюкс» г. Надым, ООО «НИК Дентал-Гуру» г. Москва.

Степень достоверности полученных результатов

На большом клиническом материале с использованием принципов доказательной медицины и междисциплинарного сотрудничества впервые в одной исследовательской работе определены клинически значимые морфометрические параметры canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, поднижнечелюстных поднутрений и нижнечелюстных резцовых каналов на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии. При проведении статистического анализа выявлены корреляции между расположением ряда анатомических структур и особенностями строения челюстей. Продемонстрированы достоверные различия значений диаметра canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий и нижнечелюстных резцовых каналов, что обусловило важность создания алгоритма планирования дентальной имплантации с учетом морфометрии. Проведен ряд операций на основе предложенного алгоритма и получены положительные результаты с трехлетним периодом наблюдения, что позволяет рекомендовать его к применению в клинической практике.

Апробация диссертации

Основные материалы и положения работы доложены и обсуждены на следующих форумах: VIII виртуальный имплантологический конгресс «Прогнозируемая имплантация» — 15–16 октября 2016 года, Москва; Научно-практическая конференция «Лучевая диагностика и 3DКТ-диагностика в стоматологии» — 28 января 2017 года, Челябинск; Международный IX конгресс «Невский радиологический форум 2017» — 22 апреля 2017 года, Санкт-Петербург; Международный конгресс «Инновации в медицинском образовании и практической медицине» — 23–25 мая 2017 года, Москва; Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» — 30 июня 2017 года, Москва;

Хирургический конгресс IDA — 23 сентября 2017 года, Москва; Научно-практическая конференция «Актуальные вопросы 3D-визуализации и цифровых технологий в стоматологической практике» –28 октября 2017 года, Казань; Стоматологический конгресс «Революционные новые подходы в диагностике, лечению и клиентскому сервису в имплантологии» — 07 ноября 2017 года, Москва; Научно-практическая конференция «Дентальная имплантология. Современный взгляд» — 21 июня 2018 года, Москва; Международный конгресс MINEC «Инновационные технологии в 21 веке в имплантологии и костной регенерации» — 20 октября 2018 года, Москва.

Апробация работы состоялась на совместном заседании кафедры общей и клинической стоматологии ФГАОУ ВО «РУДН» и научно-практической конференции ФГБУ «РНЦРР» Минздрава России 18 ноября 2019 г.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 27 работ в научных журналах, из них 8 в рекомендованных ВАК изданиях и 4 в международных базах данных.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 123 страницах машинописного текста и состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка литературы. Библиография включает в себя 176 источников литературы, в том числе 34 отечественных и 142 зарубежных. Работа иллюстрирована 34 таблицами, 40 рисунками и 2 схемами.

ГЛАВА 1.
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ АНАТОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ (обзор литературы)

1.1 Современные принципы планирования дентальной имплантации

Дентальная имплантация является одним из самых востребованных способов восстановления отсутствующих зубов [30]. Внедрить этот метод в стоматологическую практику стало возможным благодаря открытию процесса остеоинтеграции (ОИ), сделанному в 50–60-е годы XX века профессором Per-Ingvar Branemark и его коллегами. Он охарактеризовал ОИ как биологическое явление, означающее сращение неживого элемента с живой тканью [11]. Начиная с 1960 года во всем мире накапливался клинический опыт применения дентальных имплантатов, что привело к широкому внедрению данного метода в повседневную практику врача-стоматолога [18]. Такие специалисты, как Linkow (1964), Branemark и коллеги (1978) заложили основы дентальной имплантации [15]. За прошедший период времени внедрены разные типы имплантатов (от пластинчатых до классических внутрикостных), предложены варианты обработки поверхности имплантатов (от пескоструйной до кислотного протравливания и нанесения наночастиц), для производства имплантатов применялись различные материалы (медицинский титан, циркон, полимеры), усовершенствован макро- и микродизайн поверхности имплантата для возможности его использования в различных отделах челюстей при разнообразных типах костной ткани.

Как итог на сегодняшний день на стоматологическом рынке представлено более 300 фирм производителей дентальных имплантатов.

В России еще в 1891 году Н.Н. Знаменский представил концепцию «механического прирастания искусственного зуба в зубной ячейке за счет грануляционной ткани и последующего окостенения ее» [27]. В 1955 году Э.Я. Варес выполнил диссертационное исследование «Реакция соединительной ткани на полиметилметакрилат и реакция амфодонта на имплантацию искусственных зубов» [15].

Активное применение дентальной имплантации в России началось с 1980-х годов. Сегодня на территории нашей страны существует научное сообщество по дентальной имплантологии, включающее в себя специализированные научные журналы, профильные кафедры в медицинских университетах и академиях, организации для врачей стоматологов, тесно сотрудничающие с российскими и зарубежными компаниями, выпускающими имплантаты [1].

Важно отметить, что для долгосрочного прогноза выживаемости дентального имплантата необходимо соблюдение целого ряда условий, таких как определение показаний и противопоказаний к установке имплантата, мотивация пациента, объем и тип костной ткани, наличие необходимого количества кератинизированной десны для будущей розовой эстетики и пр. [2]. Все это указывает на важность этапа планирования дентальной имплантации, что позволит избежать целого ряда осложнений и ошибок. К ошибкам и осложнениям имплантологического лечения относятся повреждение анатомических структур во время операции, дезинтеграция имплантата, вызванная наличием факторов риска или их недооценкой, некорректная оценка остаточного объема костной и мягких тканей, нерациональное протезирование и др. [5].

C. Mish, и целый ряд других исследователей отмечают важность полноценного планирования имплантации с включением как клинического, так и лабораторно-диагностического обследования [3, 6]. Благодаря осмотру полости рта лечащий врач может определить состояние мягких тканей, наличие дефектов и деформаций альвеолярных гребней, межокклюзионную высоту, вид прикуса [23]. Лабораторные методы, например, изготовление диагностических моделей с последующим анализом, позволяет выбрать итоговую ортопедическую конструкцию, количество имплантатов и их оптимальное расположение [18].

Важнейшим этапом предоперационной подготовки к имплантации является рентгенологическое обследование [10]. Существующие в настоящее время современные методы лучевой диагностики, применяющиеся в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, позволяют получить полноценную информацию при минимальной дозе облучения пациента [24].

Немаловажно отметить, что в настоящее время все больше пациентов обращаются за стоматологической реабилитацией с применением дентальных имплантатов, имея выраженный дефицит костной ткани [14]. Данное обстоятельство, по мнению большинства авторов, не может служить веским основанием для отказа от имплантации или для использования типа имплантата, применение которого заведомо нецелесообразно в конкретной клинической ситуации. Для создания адекватных условий разработаны различные методы направленной костной и тканевой регенерации с отсроченной или одномоментной имплантацией [12]. В связи с этим роль трехмерных рентгенологических методов иссле-

дования, в частности конусно-лучевой компьютерной томографии, для выбора метода аугментации, контроля репаративного остеогенеза и сроков установки имплантатов трудно переоценить [5].

Осложнения дентальной имплантации подразделяются на две группы: биологические и технические. Биологические осложнения связаны с окружающими имплантат тканями. К ним относят периимплантит, ятрогенные факторы (повреждение сосудов и нервов, анатомических образований). Технические осложнения непосредственно говорят о каких-либо проблемах с самим имплантатом (отлом фиксирующего винта, перелом имплантата и пр.) [7]. В 2002 году Berglundh T. и соавторы провели метанализ, в котором отобрали 51 исследование и отметили, что большинство авторов чаще документировали технические осложнения (60–80%), а биологические только в 20–40%. Еще одним важным выводом этого исследования явилось то, что авторы статей описывали одни и те же биологические проблемы, используя разную терминологию, что повлияло на корректную оценку распространности этой группы осложнений [45].

Основываясь на работах Камаляна А.В. (2007), Гончарова И.Ю. (2009), Кулакова А.А. (2018), наиболее часто встречающимися биологическими осложнениями дентальной имплантации на территории Российской Федерации стали перфорация верхнечелюстных синусов (25%), перфорация нижнечелюстного канала (20%), частичное обнажение имплантата (15%), некроз костной ткани периимплантатной зоны (5%) [15, 27].

Однако на хирургическом этапе имплантации существует определенный риск повреждения и таких анатомических структур как canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, резцовых ветвей нижнеальвеолярного сосудисто-нервного пучка, язычных поднутрений нижней челюсти, о которых врачи хирурги стоматологи недостаточно осведомлены. Это объясняется отсутствием отечественных и крайне малым количеством зарубежных публикаций об исследованиях, указанных выше образований, а также неприменением врачами современных рентгенологических методов или некорректной интерпретацией их данных. Вместе с тем, травма этих анатомических образований может привести к достаточно грозным осложнениям [19].

Таким образом, полноценно выполненный этап планирования имплантации с обязательным использованием лучевых методов диагностики улучшает прогноз имплантологического лечения.

1.2 Диагностические возможности рентгенологических методов обследования в дентальной имплантологии

На сегодняшний день применение лучевых методов обследования является обязательным компонентом планирования хирургического вмешательства на костной ткани челюстей [10].

В стоматологической практике применяются комбинации различных методов рентгенологического исследования. Это методы рентгенографии (2D), такие как панорамная зонография челюстно-лицевой области (ортопантомография), интраоральная рентгенография в изометрической проекции, длиннофокусная внутриротовая рентгенография, рентгенография черепа в различных проекциях, а также 3D исследования, к которым относится компьютерная томография, в частности спиральная (СКТ) или конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) [12].

Многочисленные публикации свидетельствуют о том, что полученная от вышеперечисленных исследований информация позволяет врачу определить имеющийся объем костной ткани, ее плотность, расположение важных анатомических структур [14, 15, 17, 19, 118]. Так, Бер М. (2009), Джованьолли С. (2015) и др. описывают клинические методы обследования со стандартным рентгенологическим сопровождением в плане подготовки к операции имплантации и последующему протезированию, однако подчеркивают важность применения компьютерной томографии для получения лучшего результата обследования [6, 23].

Рентгенографические методы визуализации в определенной степени эффективны на разных этапах стоматологического лечения с применением дентальных имплантатов [18].

Интраоральная рентгенография зубов (ИРЗ) составляет до 90% всех проводимых в стоматологии рентгенологических исследований [26]. С появлением визиографов и возможности получать цифровые снимки диагностический процесс значительно оптимизировался за счет снижения лучевой нагрузки, укорочения времени получения снимка с нескольких минут до нескольких секунд, возможности увеличения и корректировки изображения по яркости, контрастности, сравнения снимков в динамике [21].

Для решения поставленных задач при планировании дентальной имплантации выполняют внутриротовые рентгенограммы в биссектрисной (изометрическая проекция) и параллельной (ортогональная проекция) техниках [26].

ИРЗ в изометрической проекции используется для оценки лунок отсутствующих зубов, выявления воспалительных процессов в альвеолярных отделах челюстей, инородных тел. Внутриротовые снимки после операции позволяют оценить состояние тканей вокруг имплантата и его медио-дистальное расположение по отношению к рядом стоящим зубам. Поскольку лежащее в основе метода правило изометрии не всегда возможно соблюсти ввиду анатомических особенностей пациента, то главными недостатками внутриротовых рентгенограмм являются: выраженное проекционное искажение изображения по вертикали и невозможность оценки толщины альвеолярного гребня [4].

При параллельной технике для фиксации приемника изображения используется позиционер в целях достижения параллельности плоскости приемника изображения и длинной оси альвеолярного гребня или зуба, а также съемка с увеличенным фокусным расстоянием. Полученные таким методом снимки более корректны, поскольку объекты на изображении менее искажены при условии соблюдения правил съемки. Однако при ограничении открывания рта, выраженном рвотном рефлексе сложно корректно установить позиционер, а, следовательно, возможно геометрическое искажение. Ввиду двухмерности изображения анализ толщины и состояния альвеолярного гребня в вестибуло-оральной плоскости на этих снимках также не представляется возможным. Тем не менее длиннотубусный ортогональный метод внутриротовой рентгенографии предпочтителен при имплантации, поскольку точность его при правильном позиционировании приемника изображения относительно объекта съемки значительно превышает таковую при биссектрисной технике.

Таким образом, оба метода не являются объективными для получения исчерпывающей информации при планировании хирургического этапа имплантации и анализа расположения анатомических структур.

Вместе с тем интраоральная рентгенография находит свое практическое применение для интра- и послеоперационной оценки имплантата, а также в отсроченном радиологическом наблюдении [10]. Так, Zimmermann M., Mehl A., Mörmann W.H., Reich S. (2015) утверждают, что интраоральные методы позволяют решать целый спектр задач, в том числе и вопросы контроля имплантации зубов [176]. Deshpande A., Bhargava D. (2014) предлагают применять внутриротовую рентгенографию вместе с математической сеткой для точных вертикальных измерений. Но используя этот вариант исследования невозможно получить информацию о тол-

щине альвеолярных отделов челюстей, что автоматически не позволяет применять данный метод как основной [63]. Серова Н.В. (2015) в своей работе отмечает, что применение ИРЗ в отличие от ОПТГ, хорошо себя зарекомендовало в оценке альвеолярного гребня верхней и нижней челюсти в переднем отделе, но только касательно измерений по высоте [27]. Поэтому внутриротовую рентгенографию зубов чаще проводят интраоперационно, например, для контроля позиции сверла в медио-дистальном направлении относительно соседних зубов. Основная область применения приходится на послеоперационный период и на этапы дальнейшего лечения. Данные снимки применяют для контроля установки формирователя десневой манжеты, абатмента, постоянной коронки или каркаса, а также в протоколе динамического наблюдения для определения уровня прилегания костной ткани к поверхности имплантата [7]. Радиовизиография позволяет получить качественное изображение периимплантатной кости без артефактов от металла. В то же время одноплоскостное изображение не дает возможность оценить прилегание костной ткани к вестибулярной или оральной поверхностям имплантата. В литературе отмечена низкая диагностическая эффективность интраоральной рентгенографии в отношении важных анатомических структур при планировании имплантации [6].

Панорамная зонография челюстей (ортопантомография) это единственный метод рентгенографии, позволяющий получить полное изображение челюстей, зубов, височно-нижнечелюстных суставов, придаточных пазух носа на одном снимке. Именно поэтому она может использоваться как скрининговый метод исследования любых заболеваний зубочелюстной системы и патологии нижних отделов верхнечелюстных пазух [20]. Ее достоинствами является передача относительно правильных размеров зубов, возможность демонстрировать взаимоотношения зубов верхнего ряда с нижними стенками пазух, выявлять патологические изменения в альвеолярных бухтах ВЧ пазух одонтогенного генеза, оценивать состояние краевых отделов пародонта, результаты воздействия межчелюстной нагрузки по состоянию замыкательных пластинок лунок, определять ширину пространств периодонтальных связок. Применительно к имплантации ортопантомография позволяет ориентировочно оценить положение дна верхнечелюстных пазух, полости носа, нижнечелюстных каналов по отношению к альвеолярному краю на всем протяжении, визуализировать степень воздушности верхнечелюстных синусов, определить пространственные взаимоотношения между анатомическими структурами и зоной имплантации [98]. Vazquez L., Al Din Y. N. (2011) доказали эффек-

тивность панорамной зонографии при вертикальных измерениях и оценки зоны безопасности с нижнечелюстным каналом при анализе результатов имплантации в дистальных отделах нижней челюсти у 1527 пациентов [165].

Недостатки метода обусловлены отсутствием кроссекционной информации, непропорциональным увеличением, геометрическим искажением, сомнительными пространственными взаимоотношениями объектов в горизонтальной плоскости. Затруднена долговременная контрольная оценка, т.к. воспроизведение точной позиции пациента в фокальном слое является сложной задачей. ОПТГ недостоверна при определении плотности костной ткани, поскольку разрешение метода ниже, чем у внутриротовых снимков. К тому же присутствует суперимпозиция теней дыхательных путей, мягких тканей и фантомных изображений на челюсти, которая может помешать дальнейшей корректной интерпретации снимка [25, 29]. Таким образом, анализируя панорамные снимки, необходимо учитывать особенности искажения формы и размеров анатомических деталей, существенно влияющих на достоверность получаемой информации [21].

Международной ассоциацией имплантологов (ITI) на третьей согласительной конференции в 2004 году признана главенствующая роль врача ортопеда в реабилитации пациентов с применением дентальных имплантатов в качестве опор [18]. Именно этот специалист выбирает оптимальное количество и расположение имплантатов в челюсти, а также итоговую ортопедическую конструкцию в полости рта.

По данным Mish C. (2010) врачи ортопеды-стоматологи в основном используют панорамную зонографию челюстей (ОПТГ) и диагностические гипсовые модели [18].

Но при всех вышеперечисленных достоинствах ОПТГ имеет и ряд существенных недостатков, связанных с искажением изображения, которое варьирует от 30–70%, невозможностью оценки ширины костного гребня [8, 9]. Так, Михальченко А.В., Дьяченко С.В. и соавторы (2018) сравнили технические размеры имплантатов с их изображениями на ортопантомограммах и конусно-лучевых компьютерных томограммах. Наибольшее искажение было отмечено именно на ОПТГ [17]. Кроме того, двухмерность рентгенографических снимков не позволяет визуализировать и оценить анатомические структуры скрытые в толще челюстей, например canalis sinuosus или альвеоло-антральную артерию.

Таким образом, панорамная зонография челюстей не может быть использована как метод выбора в протоколе планирования дентальной имплантации. Свое применение она находит на этапе интраоперационного контроля при одновременной установке большого количества имплантатов и в послеоперационном периоде для анализа состояния периимплантатной кости и наблюдения за стабильностью имплантатов.

На современном этапе развития дентальной имплантологии и особого внимания к ее планированию единственным радиологическим методом получения точной и надежной информации о структуре соответствующей области является компьютерная томография. Только с помощью КТ возможно достигнуть цели диагностической визуализации при планировании имплантации, а именно — предоставление информации об анатомии кости во всех трех измерениях для определения оптимальной локализации, размера и угла наклона имплантата [27, 29].

Впервые о компьютерной томографии в 1972 году сообщил G. Hounsfield. Изобретенный им и его коллегами аппарат применяли только для сканирования головного мозга. Затем последовал технологический прогресс в виде 5-ти поколений пошагового компьютерного томографа [32]. Все они создавались с целью улучшения качества изображения. В 1986 году компанией «Toshiba» была запатентована идея спирального сканирования, и уже в 1989 году T. Katakura провел первое клиническое исследование [22]. В отечественной и зарубежной литературе представлен целый ряд работ и сообщений, посвященных применению СКТ (МСКТ) в стоматологии [4, 6, 9].

Например, Рабухина Н.А., Голубева Г.И., Перфильева С.А. (2006) при проведении МСКТ исследования с целью планирования дентальной имплантации рекомендовали определенные параметры и настройки сканирования, которые позволяли снизить лучевую нагрузку и повысить точность измерений при просмотре реформатов [22].

В настоящее время МСКТ также применяют в стоматологической практике в отношении дентальной имплантации, например, когда требуется изготовить хирургические стереолитографические направляющие шаблоны. Благодаря калибровке по шкале Hounsfield возможно визуализировать истинный рельеф костной и мягких тканей, по которым в дальнейшем создается дизайн шаблона [27].

Но несмотря на вышеперечисленные достоинства, МСКТ имеет ряд ограничений при оценке области имплантации, главным из которых является высокая

доза облучения, в связи с чем МСКТ-визуализацию не следует использовать для первичного анализа области имплантации и для послеоперационной оценки при отсутствии клинических признаков и симптомов. Это дорогостоящая и недоступная в стоматологических клиниках процедура. Программное обеспечение для просмотра МСКТ обладает меньшими возможностями с точки зрения имплантации по сравнению с программами анализа КЛКТ. Пространственное разрешение МСКТ слишком низкое для решения диагностических задач, связанных с дентальной имплантацией.

Многие авторы сравнивают разные варианты томографии по эффективности, и в частности спиральную и конусно-лучевую компьютерную томографию. Например, Angelopoulos C., Aghaloo T. (2011) в своем научном обзоре доказывают эффективность КЛКТ на предоперационном этапе, соглашаясь также с высокой диагностической значимостью мультиспиральной компьютерной томографии, однако уступающей по вопросам радиационной безопасности [39].

Таким образом, по данным литературы большинство авторов сходятся во мнении, что МСКТ не нужно применять, если доступна КЛКТ, кроме случаев, требующих оценки мягких тканей или планировании изготовления 3D-моделей. На обследование следует направлять только если информация не может быть получена с помощью других методов с более низкой дозой облучения и, если имеется клиническое обоснование [16, 17].

Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) — это современная цифровая технология визуализации, в которой используется аппарат объемного сканирования и генерируются трехмерные данные области интереса при более низкой лучевой нагрузке и стоимости оборудования с более высоким пространственным разрешением по сравнению с МСКТ.

Первый КЛКТ-томограф для челюстно-лицевой области NewTom 9000 был разработан в конце 1990-х годов компанией Quantitative Radiology (Верона, Италия) и имел конструкцию аналогичную МСКТ с положением пациента лежа на спине во время сканирования.

С тех пор технология КЛКТ быстро развивалась, совершенствовались плоскопанельные датчики с аморфным кремнием, произошла революция в генераторах рентгеновского излучения и алгоритмах реконструкции. Все это способствовало появлению большого числа КЛКТ-сканеров, обеспечивающих лучшее качество изображения, меньшее время сканирования и сниженную дозу облучения [29, 33].

Основным отличием КЛКТ-томографов от спиральных КТ состоит в том, что они оснащены плоскостными сенсорами, а исходящий рентгеновский луч коллимируется в виде конуса [24]. Внешне эти устройства также отличаются от МСКТ- томографов тем, что отсутствует апертура гентри, а аппарат выглядит как пантомограф.

В процессе съемки происходит круговое движение датчика и сенсора вокруг головы пациента. При этом излучатель работает непрерывно или дискретно, а с сенсора несколько раз в секунду происходит считывание информации. Таким образом во время сканирования делается серия двухмерных снимков, которые называются базовыми изображениями или необработанными данными. Исходный набор данных подвергается обработке серией математических алгоритмов, в частности модифицированным алгоритмом Фельдкампа, которые восстанавливают базовые изображения в набор трехмерных данных. Набор данных КЛКТ преобразовывают в стандартный формат цифровой медицинской визуализации DICOM. Изображения в этом формате можно экспортировать в различные сторонние программы для анализа местоположения имплантата, моделирования хирургического шаблона и т.д.

Важной составляющей этого вида исследования является программное обеспечение, позволяющее врачу стоматологу просматривать интересующую область с применением разных функций и опций для улучшения качества визуализации и диагностики [10].

Преимуществом КЛКТ метода является высокая разрешающая способность (размер вокселя от 0.1 до 0.4 мм), позволяющая оператору качественно оценивать состояние костной ткани, анатомические особенности челюстей, патологические состояния челюстно-лицевой области воспалительного или другого характера, микроанатомию канально-корневых систем зубов [24]. Многие авторы отмечают высокую диагностическую эффективность КЛКТ на хирургическом стоматологическом приеме [19, 33, 55, 71, 72]. Все больше специалистов говорят о важности КЛКТ в изготовлении систем управления позиционирования имплантатов с помощью методов быстрого прототипирования. Так Herklotz I., Beuer F., Kunz A., Hildebrand D., Happe A. (2017) в своем исследовании доказывают целесообразность применения навигационных систем установки дентальных имплантатов, выполненных на основе КЛКТ [83]. Almog D.M. (2010) указывает на важность применения трехмерной диагностики в связи с тем, что ограниченная информация двухмерных радиологических методов

приводит к большей вероятности поломки [38]. Нечаева Н.К. (2011) экспериментально-клинически обосновывает применение компьютерной томографии как более эффективного метода диагностики при планировании дентальной имплантации [19]. Благодаря использованию трехмерных реконструкций врач может рассчитать все необходимые параметры без риска повреждения анатомических структур и обеспечить долговременную стабильность имплантатов с учетом типа и объема костной ткани [34,86,136].

Недостатками конусно-лучевой компьютерной томографии являются невозможность точного измерения плотности тканей по шкале Hounsfield и артефакты от металла.

В наборе данных КЛКТ зафиксированные значения не коррелируют со шкалой уровня оттенков серого по Хаунсфилду, поэтому описание плотности тканей по этой шкале в КЛКТ недостоверно. Во-первых, сила тока и анодное напряжение при сканировании на КЛКТ-томографах гораздо меньше, чем при МСКТ (120–140 кВ и 100 мА к 70–90 кВ и 3–8 мА соответственно). Также на значения плотности при КЛКТ влияет конкретный сканер, параметры визуализации, размер и положение поля зрения (FOV), артефакты изображения и увеличение уровня рассеянного излучения, создаваемого КЛКТ-сканерами. В связи с этим невозможно соотнести полученные цифры из программного обеспечения КЛКТ со шкалой типов плотности костной ткани по Lekholm и Zarb (1985), а также дополненной шкалой по Mish (2010) [18, 24].

Артефакты — это видимые ошибки, возникающие при получении объемных данных, которые недостоверно отображают соответствующие объекты. Чаще всего артефакты КЛКТ возникают из-за динамического искажения и зон повышенного контрастирования [10]. В настоящий момент предложены алгоритмы работы с программным обеспечением для нивелирования артефактов путем увеличения толщины среза (примерно до 5 мм), просмотра изображения с разных ракурсов и в разных проекциях, использования фильтров подавления металла, изменения яркости и контрастности для коррекции визуализации. Однако полностью устранить их пока не представляется возможным [27, 34].

Тем не менее именно КЛКТ на сегодняшний день стала наиболее востребованным методом 3D-визуализации в стоматологической практике для планирования дентальной имплантации. Благодаря этому виду исследования можно прогнозировать позицию имплантата, рассчитать возможность немедленной ортопедической

нагрузки, а также проверить все зоны безопасности по отношению к важным анатомическим структурам.

1.3 Анатомические факторы риска при планировании дентальной имплантации: особенности строения, топография, лучевая семиотика

Биологические осложнения дентальной имплантации составляют значительную долю неудач в лечении [7, 30, 31]. Во многом это объясняется тем, что только при соблюдении протокола планирования с обязательным включением анализа внутренних структур исследуемой области можно устранить большинство ошибок. Так, Ж-Ф. Годи (2009) считает, что планирование хирургического этапа дентальной имплантации должно осуществляться не только с учетом клинических признаков, но и включать детальную визуализацию анатомически важных структур, их строения и топографии [13]. Повреждение тех или иных анатомических образований может приводить к серьезным интра- и/или послеоперационным осложнениям [6, 89]. К числу анатомических факторов риска на верхней челюсти авторы относят полость носа, canalis sinuosus, резцовый канал, верхнечелюстной синус, альвеоло-антральную артерию, на нижней челюсти — нижний альвеолярный нерв, зоны поднутрений в области поднижнечелюстных ямок, резцовые ветви нижнего альвеолярного нерва [19,28,36,44,78,126,127].

Операционная травма какого-либо из вышеперечисленных анатомических образований может повлечь за собой неприятные последствия и даже риск смерти пациента за счет внезапно начинающейся асфиксии при повреждении сосудов в области зоны поднутрения [88]. В клинической практике важно оценить параметры каждой структуры, которая располагается на участке будущей имплантации. Необходимо знать о ее наличии, диаметре, длине и глубине залегания сосудисто-нервного пучка или выраженности зоны поднутрения [131, 137]. Это поможет разработать корректный алгоритм хирургического вмешательства на основе КЛКТ и устранить возможные ошибки [144]. Одними из важнейших образований, но при этом до конца не изученными, остаются canalis sinuosus, альвеоло-антральная артерия, зона поднутрения и нижнечелюстной резцовый канал. Ранее было опубликовано исследование (2019), проведенное в формате анкетирования среди докторов, применяющих дентальную имплантацию [1]. Опрашивались российские специалисты со стажем работы от 1 года и более. Вопросы были направлены на выяснение уровня осведомленности в отношении

указанных выше анатомических структур. Последующий анализ анкет 50 врачей показал, что никто из специалистов не сталкивался с отечественными публикациями по CS, и небольшое количество докторов встречали российские научные статьи про зоны поднутрений нижней челюсти, альвеоло-антральную артерию, а также нижнечелюстной резцовый канал. Стоит отметить, что практически все врачи в своей практике имели те или иные осложнения, связанные с их повреждением. Обращает на себя внимание тот факт, что многие клиницисты в поиске установления причин осложнений узнали об этих структурах только благодаря иностранной литературе. Все это еще раз доказывает важность проводимого исследования в отношении анатомических факторов риска челюстей.

1.3.1 Canalis sinuosus

Canalis sinuosus (CS) — это внутрикостное образование, в котором расположен верхний передний альвеолярный сосудисто-нервный пучок [158]. Впервые он был описан Wood-Jones в 1939 году [108]. CS берет начало от подглазничного канала позади одноименного отверстия и проходит в переднелатеральном направлении. После того, как канал достигает передней стенки верхней челюсти, он поворачивает медиально и проходит вдоль боковой стенки полости носа по краю грушевидного отверстия [167]. Терминальную часть канала, проходящую в альвеолярном отростке верхней челюсти, авторы называют по-разному — продолжением CS, добавочным каналом CS или латеральным резцовым каналом [76, 108, 112, 117, 158, 160, 167, 170, 172, 173]. Oliveira-Santos C. с соавторами (2013) предложили классификацию локализации CS в мезио-дистальном направлении в области от центрального резца до первого премоляра [126]. Важно отметить, что этот сосудисто-нервный пучок также может располагаться в трех разных позициях — небной, центральной или вестибулярной [120, 158].

На сегодняшний день, такая важная структура, как CS, практически неизвестна многим клиницистам. Иногда она может быть неправильно диагностирована как инфекционное периапикальное заболевание или имитировать наружную резорбцию корня [76, 149, 158]. Из-за незнания врачами о данной анатомической структуре, многие, сталкиваясь с осложнениями, не могут найти объяснения причин и списывают жалобы на психосоматическое состояние пациента [90].

При повреждении CS существует вероятность возникновения ряда осложнений, таких как кровотечение или нарушение чувствительности [124]. Так José A.A. и др. (2017) описали клиническую ситуацию у 51-летней женщины, которая в течение 22 месяцев после установки дентального имплантата в область правого латерального резца верхней челюсти испытывала парестезию. При анализе конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) имплантат оказался установлен в CS, что привело к вышеназванной болевой симптоматике и потере чувствительности в области верхней губы справа [90]. Опубликованы и описаны другие клинические случаи по возникновению боли после установки дентального имплантата с повреждением CS [41]. Важно отметить, что после извлечения имплантата из канала боль незамедлительно проходила [108].

Von Arx T. и соавторы (2015) установили, что более половины добавочных каналов на верхней челюсти связаны с canalis sinuosus [166]. Ряд исследований и клинических случаев показали, что лучшим рентгенологическим методом визуализации CS является КЛКТ [41, 76, 108, 112, 120, 126, 167]. Например, в семи международных публикациях (2013–2018) авторы провели анализ строения CS на основе данных 3466 компьютерных томограмм и идентифицировали 2615 канала. Процент выявления варьировал от 27.8% до 100% по исследованиям, а суммарно составил 37%. Оценку диаметра CS проводили только в двух из шести вышеперечисленных исследований, и среднее значение составило 1.31 ± 0.26 мм и 1,37 мм [76, 167]. В этих же исследованиях среднее значение диаметра было статистически значимо больше у мужчин, чем у женщин. Ни в одном исследовании не проводилось сравнение по расовой принадлежности. В четырех работах проанализированы локализация и встречаемость CS в зависимости от пола, однако результат не выявил значимую разницу. Аналогичные выводы были сделаны и по отношению к возрасту [112,120,126,167].

Для установки дентального имплантата необходимо также учитывать расположение CS внутри альвеолярного гребня. Имея информацию о точном расположении канала (небном, центральном или вестибулярном) можно избежать повреждения CS, изменив угол оси сверления и последующего введения имплантата во время операции. В раннее опубликованных статьях наиболее часто отмечается небное расположение канала, а его локализация — в пределах от центрального резца до клыка [76,77,108,112].

Таким образом, несмотря на имеющиеся сведения в мировой литературе об эффективности КЛКТ в диагностике CS, остаются неуточненными морфометрические параметры и топография CS в толще гребня, отсутствуют алгоритмы планирования имплантации с учетом этих критериев по данным КЛКТ с целью профилактики возможных осложнений.

1.3.2. Альвеоло-антральная артерия

Кровоснабжение верхнечелюстной пазухи, главным образом, осуществляется из трех артерий: подглазничной, задней верхней альвеолярной и большой небной [152]. Альвеоло-антральная артерия представляет собой анастомоз между задней верхней альвеолярной и подглазничной артериями [164].

Дефицит высоты альвеолярного отростка в дистальном отделе верхней челюсти обусловлен рядом анатомических и физиологических факторов, таких как атрофия костной ткани после удаления зуба и выраженная пневматизация верхнечелюстной пазухи [59, 158]. Для устранения недостающего объема костной ткани в данной области применяется процедура, называемая синус-лифтингом (субантральная аугментация) [60]. Она заключается в формировании пространства между альвеолярной костью и слизистой оболочкой верхнечелюстного синуса (мембраной Шнайдера) для размещения в нем костного материала и поддержания достаточного объема для образования новой кости [119]. Благодаря данному методу аугментации возможно установить имплантат, тем самым восстановив утраченную раннее функцию. В настоящее время используя имплантаты с резьбой на шейке и имея 3–4 мм остаточной костной ткани по высоте и достаточную ширину возможно устанавливать имплантат одномоментно с субантральной аугментацией. Наряду с классическим латеральным доступом (латеральный синус-лифтинг), первоначально предложенным Tatum Jr. и др. [156, 157], существуют и другие методики, как, например, с доступом через гребень (крестальный синус-лифтинг), описанный Summers [155] и другими авторами [57, 67, 69, 87]. Однако данный подход показан только, если высота альвеолярного костного гребня более 4–5 мм [158, 162].

Несмотря на то, что синус-лифтинг считается стандартной, безопасной и предсказуемой процедурой, при его проведении может возникнуть ряд осложнений, таких как перфорация слизистой оболочки пазухи, интра- или постоперационные кровотечения, развитие инфекции, резорбция трансплантата или его

отторжение вместе с имплантатами [53, 60, 95, 115, 158]. Крайне важно избежать вышеперечисленных осложнений, особенно если установка имплантата проводится одномоментно с субантральной аугментацией. На втором месте по частоте осложнений после перфорации мембраны Шнайдера, стоит кровотечение, вызванное повреждением альвеоло-антральной артерии [97, 115, 158]. При этом обильное кровотечение может возникнуть как при латеральном, так и при крестальном доступах [65, 88]. При втором варианте осложнение опасно тем, что врач после операции не подозревает о наличии кровотечения, поскольку кровь заполняет верхнечелюстной синус, и пациент поначалу не предъявляет жалоб [88].

С целью уточнения расположения ААА наиболее информативным методом лучевой диагностики является конусно-лучевая компьютерная томография [43, 109, 114, 141, 143, 159, 161, 163]. Как правило, на полученных изображениях альвеоло-антральная артерия представляет собой дискретный канал или вдавление в латеральной стенке верхнечелюстного синуса [115, 135, 158]. Однако, даже при отсутствии рентгенологических признаков, важно помнить о ее наличии, так как артерия может располагаться в толще слизистой оболочки и не визуализироваться на томограммах [158].

Kqiku L. и соавторы (2013) изучили ААА на трупном материале [100]. Работа German I. (2015) основывалась как на анализе данных КЛКТ и панорамных томограмм, так и на секционировании трупного материала [73]. В общей сложности авторами изучены 1354 верхнечелюстные пазухи у 775 пациентов мужского и 728 пациентов женского пола. Средний возраст исследуемых составил 58,7 лет. Два исследования проведены на уровне популяции (Иранской и Корейской) [104,148].

Результаты показали наличие ААА в трупном материале в 100% случаев [73,100]. Однако частота визуализации на КЛКТ варьировала уже в пределах от 32% до 80,9%. Только в части работ имеются сведения о диаметре канала ААА [104, 175], а также данные о расстоянии от ее костных ориентиров до дна верхнечелюстного синуса [134] и до альвеолярного края [148], что важно для определения хирургического доступа и возможности правильного позиционирования имплантатов в дальнейшем. Еще одним интересным выводом в нескольких более поздних работах можно считать различия параметров ААА по гендерному признаку [81, 151, 153]. У лиц мужского пола диаметр и расстояние от ААА до дна верхнечелюстного синуса и до вершины альвеолярного отростка имели большие значения, чем у женщин.

Представленные данные показывают необходимость создания алгоритма обследования по данным КЛКТ с целью предотвращения осложнений, а также уточнения эффективности метода в вопросе обнаружения ААА.

1.3.3. Нижнечелюстной резцовый канал

НРК является внутрикостным продолжением нижнего альвеолярного нерва, который начинается от подбородочного отверстия и заканчивается индивидуально, как правило, на уровне латерального или центрального резца [40,42,46,64,123,133]. Многие авторы данное образование также называют резцовой петлей или передней петлей нижнего альвеолярного нерва [62,96,106,113].

Впервые НРК описал Olivier E. в 1928 году, исследуя секционный трупный материал [127]. Стоит отметить, что еще ранее, а именно в 1917 году, было обнаружено существование малых каналов, идущих от подбородочного отверстия в сторону резцов. Специалистами это было признано, но не определялось как костный канал. Исследование Starkie C. на 10-ти трупах (1931) с помощью специального микроскопа подтвердило гипотезу Olivier о наличие внутрикостного канала [154]. Arzoumann D. в 1992 году провел секционные исследования на черепах и на распилах нижней челюсти увидел продолжение костного канала в переднем отделе после выхода магистрального пучка из ментального отверстия [92]. Также в 1992 году Misch C. для профилактики осложнений при получении костного блока из подбородочной области предложил правило «трех пятерок», при котором выделяется зона безопасности на 5 мм апикальнее верхушек корней зубов (профилактика чувствительности зубов), на 5 мм медиальнее ментальных отверстий (профилактика парестезии) и на 5 мм выше нижнего края нижней челюсти (профилактика перелома) [58]. Но, несмотря на данные рекомендации, ветви, иннервирующие зубы и мягкие ткани подбородочной области могут быть повреждены, так как резцовая петля попадает в зону забора блока [35,58,75,79].

Утрата зубов, как правило, сопровождается дефицитом объема костной ткани вследствие атрофии. Особенно это выражено в дистальных отделах нижней челюсти, так как ситуацию осложняет наличие нижнечелюстного канала в толще кости. Чтобы не проводить костно-пластические операции, все чаще стали ограничиваться установкой дентальных имплантатов только в переднем отделе нижней челюсти [92]. Например, P. Malo в 2006 году предложил концепцию «All-on-4», которая подразумевает расположение четырех дентальных имплантатов в переднем отде-

ле нижней челюсти с обходом подбородочных отверстий. При этом, два крайних имплантата устанавливаются под углом с целью предотвращения травмирования сосудисто-нервного пучка [48]. Успех такого лечения достаточно высок и достигает 94.5% за семилетний период наблюдения [107,110]. При этом, для обеспечения хорошей стабильности, имплантаты выбирали наибольшей длины.

Но, несмотря на предложенную методику, при восстановлении дефектов зубного ряда с применением дентальных имплантатов, не менее чем в 30% возникает необходимость увеличения объема альвеолярного гребня, различными костно-пластическими методами [111]. Одним из вариантов коррекции ширины и высоты альвеолярной части является применение аутогенных трансплантатов. Главным преимуществом этого способа костной пластики является остеоиндукция — свойство костного материала активировать окружающие ткани, воздействуя на них сигнальными факторами, которые стимулируют активность остеокластов и образование новой кости [37]. Авторы выделяют внеротовые и внутриротовые участки забора кости [14].

Подбородочный отдел нижней челюсти, в качестве внутриротовой зоны, представляет собой оптимальную зону для получения небольших трансплантатов. По данным Cohen E.S. (2007) этот донорский участок имеет ряд преимуществ, таких как:

- хороший хирургический доступ,
- короткий период заживления,
- минимальная резорбция трансплантата,
- хорошая стабильность имплантата благодаря плотной структуре костного блока [56].

После забора трансплантата могут возникнуть осложнения в виде временной или стойкой потери чувствительности в переднем отделе нижней челюсти [47,132,138,139] в результате повреждения нижнечелюстного резцового канала.

Shi Kang Wong, Pravinkumar G. Patil (2018) провели анализ распространённости и длины резцовой петли у трех этнических групп (малайская, китайская и индийская) по данным КЛКТ [174]. Переднюю петлю визуализировали у 94% из 100% пациентов. Длина петли колебалась от 0,73 до 7,99 мм, в среднем — 3,69 ± 1,75 мм с левой стороны и 3,85 ± 1,73 мм с правой. Отсутствовала статистическая значимость различий между полом и этнической составляющей. De Brito A.C., Nejaim Y., de Freitas D.Q., de Oliveira Santos C. (2016) в своем исследовании доказали важность применения КЛКТ для обнаружения резцовой петли и низкую диагностическую эффективность

панорамной томографии челюстей (ОПТГ) [61]. Так, Kong N., Hui M. и соавторы (2016) демонстрируют, что визуализация петли по данным ОПТГ составила 38.6% по сравнению с КЛКТ, где идентифицировать канал удалось в 100% [99]. Раннее Sahman H., Sekerci A.E., Sisman Y., Payveren M. в 2014 году в исследовании на 243 пациентах отметили, что чувствительность КЛКТ и ОПТГ в визуализации резцовой петли составила 94.4% и 51.2% соответственно [145].

Elif Sener с соавторами (2017) анализировали КЛКТ у 35 пациентов с полным отсутствием зубов и 35 пациентов с частичной адентией. Резцовая петля диагностировалась в 80% и 68.6% случаев соответственно. Важным итогом исследования стала рекомендация о соблюдении зоны безопасности между НРК и апексом имплантата [147].

По литературным данным повреждение нижнего альвеолярного нерва происходит чаще (64%) по сравнению с язычным нервом при операциях в полости рта [91,128]. При травме нижнечелюстного резцового канала, который является продолжением НАН, боль и парестезия могут присутствовать от одного месяца до четырех лет [103, 105]. Walton J.N. (2000) в своем исследовании отмечает, что 24% пациентов сообщали о нейросенсорных нарушениях, но в краткосрочном периоде не более года [169].

Проанализировав публикации, становится понятным, что при планировании забора костного трансплантата или установке дентального имплантата в области подбородочного симфиза необходимо знать глубину залегания, длину и диаметр НРК во избежание связанных с ним осложнений [101, 130]. На сегодняшний день отсутствуют литературные сведения с четким алгоритмом работы с КЛКТ, который позволял бы получить полноценную информацию о параметрах НРК с целью предупреждения возможных осложнений.

1.3.4. Зоны поднутрения нижней челюсти

Как отмечено выше, установка дентальных имплантатов может ассоциироваться с рядом осложнений, связанных с различными анатомическими факторами риска [93]. Это создает проблемы для успеха как немедленной, так и отсроченной имплантации [68, 171].

В дистальных отделах нижней челюсти к таким факторам относятся зоны язычных поднутрений, которые формируются в результате давления поднижнечелюстных слюнных желез на нижнюю челюсть в процессе их развития [49, 68, 80, 82,140].

Известно, что с язычной стороны нижней челюсти находятся мягкие ткани дна полости рта, представляющие собой сильно васкуляризированную область, в которой проходят подъязычная (главная ветвь язычной артерии) и подподборо-

дочная (шейная ветвь лицевой артерии) артерии, которые обеспечивают основное кровоснабжение. Также здесь присутствует челюстно-подъязычная артерия, которая анастомозирует с ветвями подподбородочной артерии и кровоснабжает задний отдел язычной области нижней челюсти [102,146].

При перфорации язычной пластинки во время операции в зоне поднутрений могут возникнуть следующие осложнения:

- массивное кровотечение [93],
- обструкция дыхательных путей [74],
- повреждение язычного нерва при перфорации над челюстно-подъязычным гребнем [52].

Ella B., Sédarat C., Noble R.D.C., et al (2008) сообщили о том, что при повреждении артерии диаметром 0.5 мм существует риск кровотечения в 10% случаев. У пациентов с артерией диаметром более 0,5 мм вероятность кровоизлияния составляет около 57% [66].

Niamtu J. (2001) приводит клинический случай развития гематомы дна полости рта и языка из-за перфорации имплантатом язычной стенки. За счет нарастающей гематомы развилась асфиксия и была экстренно проведена трахеостомия [121].

При планировании дентальной имплантации в боковом отделе нижней челюсти важно оценить глубину и выраженность ангуляции поднутрений с помощью лучевых методов диагностики [50]. Панорамные рентгенограммы не дают информации о щечно-язычных размерах, а клиническая пальпация альвеолярного гребня предоставляет лишь ограниченные данные о наличии и глубине язычных поднутрений [171]. На сегодняшний день предпочтительным методом является конусно-лучевая компьютерная томография, поскольку поперечные сечения дают более ясную визуализацию анатомии выбранного сегмента [70]. Трехмерные изображения помогают свести к минимуму возникновение ранее описанных осложнений [129].

По этой теме в международной базе публикаций идентифицировано 80 статей. При детальном изучении итоговое количество соответствует всего лишь 5 публикациям. Это показывает актуальность темы и отсутствие полноценной информации, которая поможет клиницистам снизить риски при проведении имплантации. Во всех этих публикациях изучали зону поднутрения с помощью КЛКТ в период с 2011 года по 2016 год [50, 84, 85, 94, 122]. Всего было обследовано 1713 зон поднутрений у 1232 пациентов. В ряде работ было проведено сравнение по полу [50,84,94,122] и возрасту [94].

Кроссекционные исследования формы нижней челюсти выявили три типа морфологии:

- тип с поднутрениями (тип U), который является наиболее частым [85,122],
- параллельные стенки гребня (тип P),
- конвергирующий гребень (тип C) [54].

Количество гребней, имеющих U-форму с поднутрениями варьировало от 46,7% до 68%, и эта разница была статистически значимой в сравнении с другими типами [50,85]. Средняя глубина поднутрений составила от 2,4 до 5,4 мм и оказалась статистически наибольшей в области второго премоляра [85,122] в сравнении с областью моляров. Разница в глубине поднутрения относительно пола и возраста не выявила статистически значимых отличий [50,84,94,122]. Параметры угла варьировались от 143 до 156.6 градусов. Но, как и в значениях глубины, не было определено какой-либо статистически значимой разницы относительно пола и возраста.

Исследование на трупах показало, что при использовании обычного конусного имплантата диаметром 3,7 мм, риск перфорации язычной кортикальной пластинки на уровне поднутрения в области второго премоляра или первого моляра составило всего лишь 0,053%. Виртуальное исследование перфораций продемонстрировало, что их частота при размещении имплантатов составляет от 1,1% до 1,2%, в гребнях U-типа [51].

Было обнаружено, что размеры язычных поднутрений изменяются в зависимости от возраста пациента, зависят от местоположения вогнутости, наличия или отсутствия зубов [94]. В исследовании Huang R.Y. (2015) продемонстрировано, что степень выраженности язычных поднутрений связана с повышенным риском повреждения нижнего альвеолярного нерва и представляет проблемы для успешной немедленной имплантации в боковом отделе нижней челюсти [85]. Nickenig H. (2014) показал связь между положением нижнего альвеолярного нерва и степенью выраженности язычных поднутрений [122]. Он отметил, что при глубоком расположении нижнего альвеолярного нерва поднутрения обнаруживались гораздо чаще. Результаты показывают, что если на ОПТГ определяется глубокое положение нерва, то для предотвращения перфорации язычной пластинки рекомендуется проводить КЛКТ и устанавливать дентальный имплантат через хирургический шаблон.

Несогласованность, наблюдаемая в этих и других исследованиях, может быть связана с различной классификацией или этнической принадлежностью изучаемого населения: японцы в исследовании Watanabe H. (2010), по сравнению с преимуще-

ственно кавказцами и афроамериканцами в исследовании Chan H.L. (2011), тайванцами в исследовании Huang R.Y. (2015) или кавказцами в исследовании Nickenig H. (2014) и в исследовании Herranz-Aparicio J. (2016) [171, 50, 85, 122, 84].

Таким образом, крайне важно определить морфологические показатели язычных поднутрений, разработать соответствующий алгоритм планирования дентальной имплантации по данным КЛКТ и популяризировать среди клиницистов важность учета данной анатомической структуры.

Обобщая вышесказанное, анализ литературных данных свидетельствует о том, что современное планирование дентальной имплантации с учетом анатомических факторов риска остается одной из наиболее сложных и актуальных проблем в стоматологии. Помимо традиционно анализируемых анатомических объектов применительно к дентальной имплантации, существуют и «малые» структуры, сведения о которых в отечественной и зарубежной научной медицинской литературе не так широко представлены. В то же время повреждение этих структур может привести к осложнениям, значительно снижающим успешность имплантологического лечения.

В настоящее время наиболее высокоинформативным и безопасным лучевым методом исследования особенностей челюстных костей является конусно-лучевая компьютерная томография, широко применяемая в стоматологической практике. Однако в литературе отсутствуют обобщенные сведения о визуализации canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии, зоны поднутрения нижней челюсти и нижнечелюстного резцового канала, а представлены только исследования по каждой структуре в отдельности, не проведен сравнительный анализ информативности КЛКТ в отношении этих структур с традиционными рентгенографическими методами. Мы не нашли полноценных данных о клинически значимых рентгеноморфометрических параметрах «малых» анатомических объектов, остаются неуточненными особенности их лучевой семиотики. В то же время обзор литературы показал, что осложнения, связанные с повреждением рассматриваемых структур, могут приводить к серьезным и длительным последствиям.

Таким образом существует необходимость детального изучения лучевой анатомии и морфометрии canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии, зоны поднутрения нижней челюсти и нижнечелюстного резцового канала по данным КЛКТ, разработки алгоритма виртуального планирования имплантации с учетом визуальных и морфометрических данных и конкретной клинической ситуации.

ГЛАВА 2.
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Клиническая характеристика пациентов

Материалами настоящего исследования явились результаты комплексного клинико-инструментального и лучевого обследования 100 пациентов в возрасте от 46 до 80 лет обоего пола с дефектами зубных рядов. Исследование проводилось в период 2015–2018 г.г. на базе кафедры общей и клинической стоматологии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» Минобрнауки России. Распределение пациентов по полу и возрасту показано в таблице 1.

Таблица 1

Распределение больных по полу и возрасту

Пол	Возраст пациентов (в годах)		
	44-60	>61	Всего
Мужчины	17	23	40
Женщины	33	27	60
Итого	50	50	100

В исследование включены пациенты, проходившие лечение в стоматологической клинике «ДенталГуру» г. Москвы, с жалобами на отсутствие зубов и желанием изготовить несъемные или условно съемные конструкции с опорой на дентальные имплантаты. У пациентов не выявлена сопутствующая соматическая патология. Утрата зубов была по причине кариеса и его осложнений, заболеваний пародонта.

Распределение пациентов по клиническому стоматологическому диагнозу в зависимости от рассматриваемой зоны интереса представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение пациентов по стоматологическому диагнозу

Челюсть	Включенные дефекты	Односторонний концевой дефект	Двухсторонний концевой дефект	Полное отсутствие зубов	Всего
Верхняя	-	2	45	3	50
Нижняя	1	5	44	-	50
Итого	1	7	89	3	100

Критериями исключения из исследования стали:

1. Утрата зубов травматического характера, так как повреждение альвеолярного гребня при травме могло привести к некорректным результатам измерения параметров выбранных анатомических структур.
2. Хронические соматические заболевания в анамнезе (остеопороз, сахарный диабет и др.).

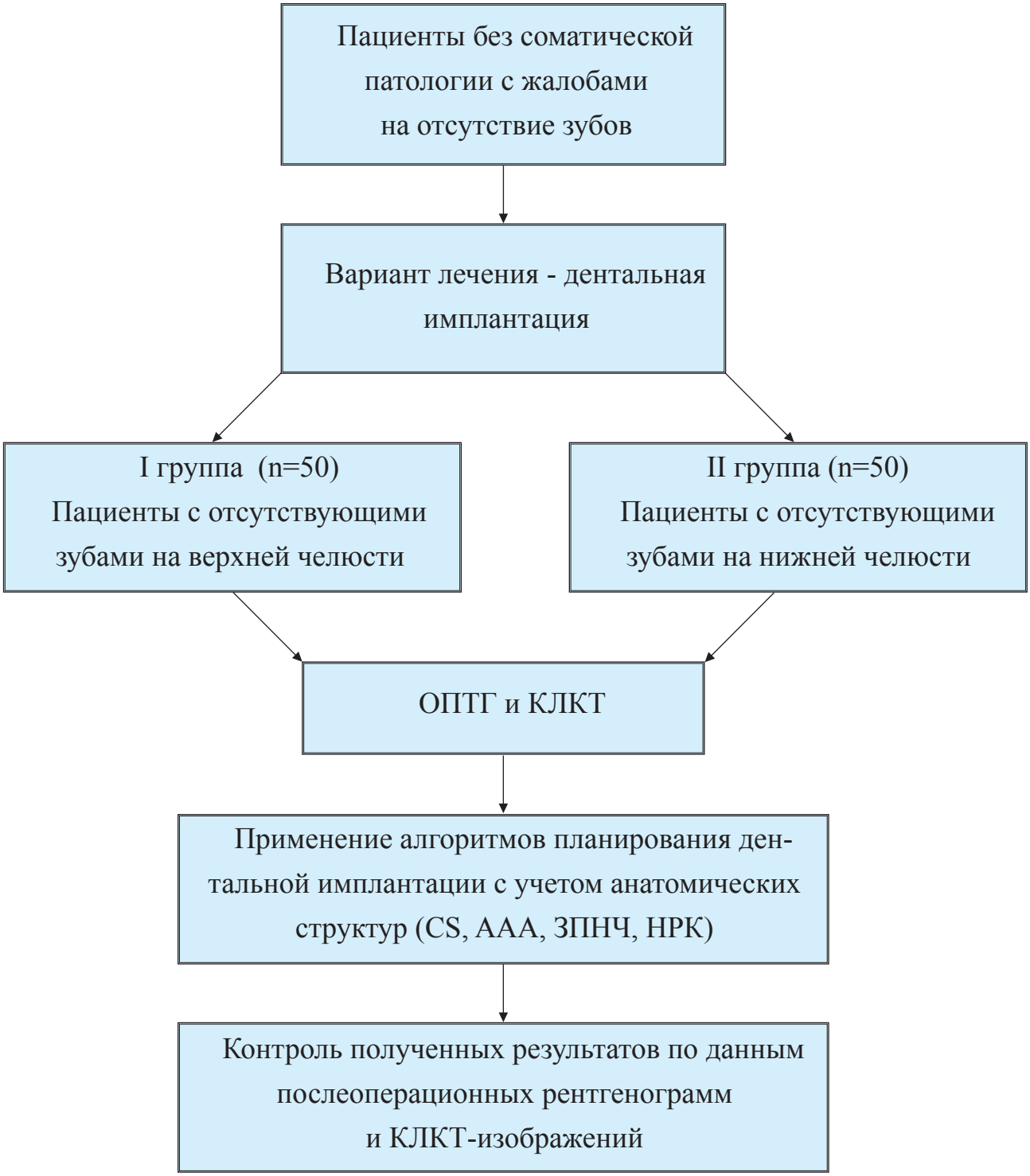
2.2. Дизайн исследования

Дизайн исследования, отражающий последовательность отбора и последующего обследования пациентов представлен на схеме 1.

После отбора по критериям 100 включенных в исследование пациентов обоих полов были распределены в 2 основные группы наблюдения по 50 человек в зависимости от локализации дефектов зубных рядов на верхней или нижней челюстях. Далее каждая группа наблюдения была разделена на 2 подгруппы по 25 пациентов. Критериями рандомизации подгрупп явились возраст (2 подгруппы — 44–60 лет, 61–80 лет) и выбранные анатомические структуры. Использовали среднюю (от 44 года до 60 лет) и пожилую (от 61 года и старше) возрастные категории по классификации ВОЗ, поскольку именно в этих возрастных периодах наиболее часты обращения пациентов за ортопедическим стоматологическим лечением с опорой на дентальные имплантаты. В каждой подгруппе изучали соответствующие анатомические структуры с обеих сторон.

Схема 1.

Дизайн исследования



Количество пациентов по возрасту и выбранной анатомической структуре распределялось следующим образом (табл. 3).

Таблица 3

Распределение пациентов по возрасту и наличию дефекта на верхней или нижней челюсти

Группа / Критерии	I группа (n=50)		II группа (n=50)	
Зона интереса	Canalis sinuosus и альвеоло -антральная артерия		Зона поднутрения и нижнечелюстной резцовый канал	
Возраст	44-60 года (n=25)	61 и старше (n=25)	44-60 года (n=25)	61 и старше (n=25)
Челюсть	Верхняя		Нижняя	

Распределение пациентов по полу в группах представлено в таблице 4.

Таблица 4

Распределение пациентов по полу в группах

Пол	Группы		
	I	II	Всего
Мужчины	22	17	39
Женщины	28	33	61
Итого	50	50	100

2.3 Методы исследования

Выполнен текущий и ретроспективный анализ данных клинического материала (амбулаторные карты пациентов) и лучевого компьютерного архива (цифровые ортопантомограммы). Клинико-инструментальное обследование пациентов предусматривало анализ клинического материала (опрос паци-

ентов, сбор данных по медицинским картам стоматологического больного) и инструментальные методы исследования (стоматофарингоскопия с составлением зубной формулы). Обследование пациентов начинали с опроса: выявляли жалобы, сроки и причины потери зубов, анамнез жизни, а также наличие сопутствующей соматической патологии. Внешний осмотр включал визуальную оценку лица, пальпацию регионарных лимфатических узлов и мягких тканей лица. В полости рта производили осмотр зубов, слизистой оболочки полости рта, десен, альвеолярных отростков и неба, оценивали состояние гигиены полости рта, определяли форму прикуса, локализацию дефектов зубных рядов. После клинико-инструментального обследования пациентам были рекомендованы планы лечения, включающие дентальную имплантацию. С целью планирования имплантологического лечения в рамках представленного диссертационного исследования всем пациентам проводилась конусно-лучевая компьютерная томография с полем сканирования 10*8,5 см на аппарате Pax i3D-Smart (Vatech, Ю.Корея). Зона захвата изображения включала нижнюю и верхнюю челюсти, а также альвеолярные бухты верхнечелюстных синусов. Томографические данные получали в виде DICOM-файлов на CD-дисках, флеш-носителях или по электронной почте, которые в последующем обрабатывали в специализированной программе «Ez3D Plus». При выполнении компьютерной томографии данный аппарат одновременно автоматически воспроизводил панорамные зонограммы челюстей (ОПТГ), которые анализировали в сравнении с КЛКТ для оценки эффективности последней. Важно отметить, что получение сразу двух рентгеновских исследований при однократном сканировании значительно оптимизировало лучевую нагрузку на пациента.

Общий объем проведенных исследований с использованием методов лучевой диагностики составил 542 наблюдения (табл. 5). По КЛКТ изображениям изучены 342 структуры, из которых 160 объектов на ВЧ и 182 на НЧ. На панорамных снимках (ОПТГ) 50 пациентов проанализированы 200 структур.

На конусно-лучевых компьютерных томограммах состояние зубочелюстной системы и верхнечелюстных пазух оценивали в аксиальной, коронарной и сагиттальной плоскостях в мультипланарном режиме, а также на панорамных реформатах. Толщину слоя изменяли в зависимости от решаемых задач 0.125мм до 10 мм.

Таблица 5

Этапы и объем проведенных исследований методами лучевой диагностики (конусно-лучевая компьютерная томография и ортопантомография)

Этап исследования	Метод	Количество лучевых исследований	Количество исследуемых структур
3D-визуализация анатомических структур челюстей	Конусно--лучевая КТ	100	342
Оценка рентгеноморфометрических параметров анатомических структур на ВЧ (canalis sinuosus, альвеоло-антральная артерия)		50	160
Оценка рентгеноморфометрических параметров анатомических структур на НЧ (поднижнечелюстная ямка и нижнечелюстной резцовый канал)		50	182
2D-диагностика анатомических структур челюстей	ОПТГ	50	200
Итого	КЛКТ+ОПТГ	150	542

Просмотр и анализ двухмерных панорамных изображений челюстей (ОПТГ) осуществляли в специализированной программе «CliniView Lite Help».

Для оценки рентгеноанатомических особенностей челюстей и верхнечелюстных пазух были выбраны критерии:

Для верхней челюсти (n=50):

1. Частота визуализации canalis sinuosus и ее анализ в зависимости от толщины среза реформата.
2. Диаметр и длина canalis sinuosus.
3. Расположение canalis sinuosus в медио-дистальном и вестибуло-оральном направлениях.
4. Частота визуализации альвеоло-антральной артерии и ее диаметр.
5. Топография альвеоло-антральной артерии относительно дна верхнечелюстной пазухи и края альвеолярного гребня.

Для нижней челюсти (n=50):

1. Угол зоны поднутрения.
2. Глубина зоны поднутрения.
3. Частота визуализации нижнечелюстного резцового канала.
4. Диаметр и протяженность нижнечелюстного резцового канала.

Для оценки частоты визуализации canalis sinuosus в переднем отделе верхней челюсти просматривали последовательные коронарные и панорамные реформаты верхней челюсти в проекции 1.4–2.4 зубов при толщине среза 0.5; 1; 5 и 10 мм. (рис. 1).

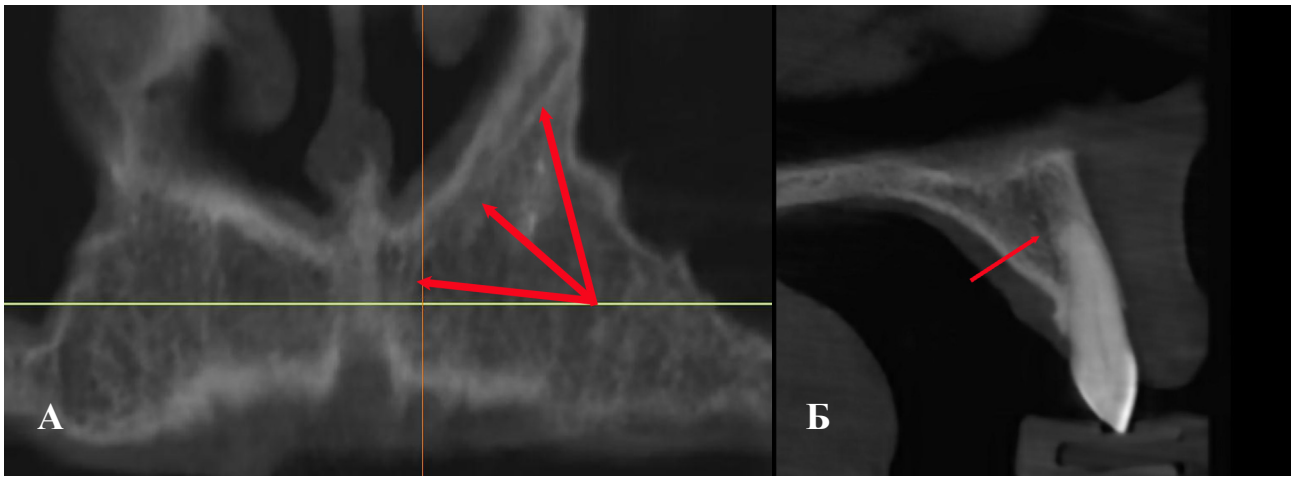


Рис 1. Визуализация canalis sinuosus в переднем отделе верхней челюсти при толщине среза 1 мм.

Диаметр и длину альвеолярной части канала измеряли на сагиттальном или коронарном реформатах.

Топографию canalis sinuosus устанавливали в соответствие с классификацией Oliveira-Santos (рис 2.).

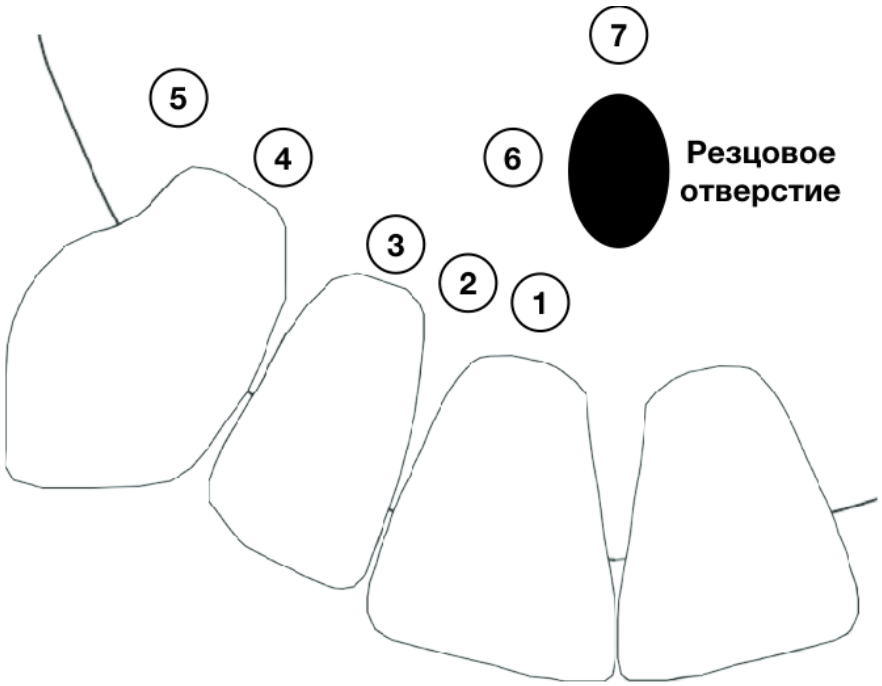


Рис. 2. Схематическое расположение canalis sinuosus по Oliveira-Santos и др.: *1 – область центрального резца; 2 – область между центральным и латеральным резцами; 3 – область латерального резца; 4 – область клыка; 5 – область первого премоляра; 6 – область латеральнее резцового отверстия; 7 – область позади резцового отверстия.*

Расположение canalis sinuosus в вестибуло-небном направлении оценивали на корональных реформатах с толщиной среза в 0.5; 1; 5 и 10 мм (рис. 3)

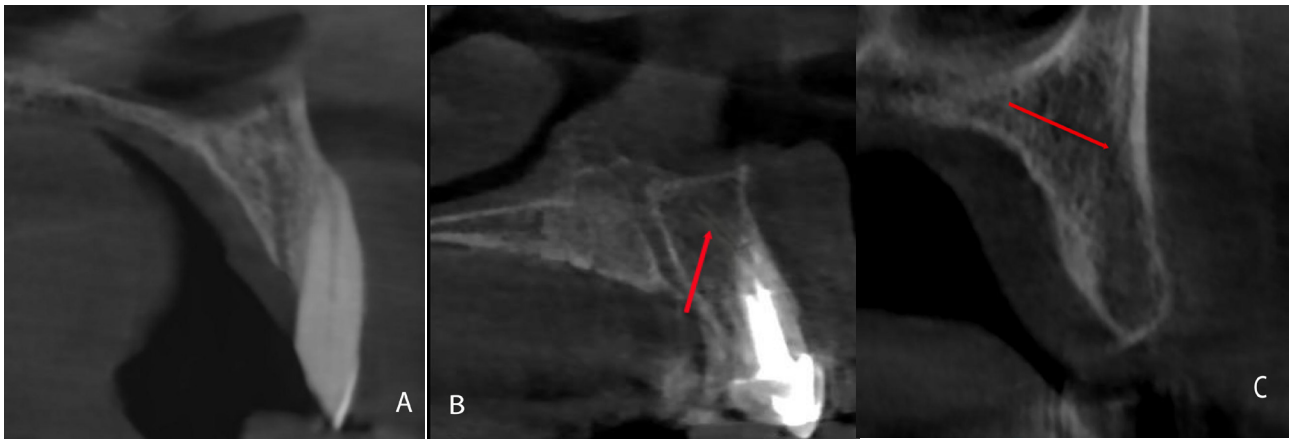


Рис. 3. КЛКТ, корональный реформат с толщиной среза 1 мм. *Определяется центральное (A), небное (B) и вестибулярное (C) расположение canalis sinuosus в альвеолярном гребне верхней челюсти.*

Для анализа расположения canalis sinuosus в медио-дистальном и вестибуло-небном направлениях были выполнены следующие измерения:

А) расстояние от выходного отверстия канала до полости носа (красная стрелка на схеме) — NC;

Б) расстояние от выходного отверстия канала до вестибулярной кортикальной пластинки альвеолярного отростка (зеленая стрелка) — VC;

В) расстояние от выходного отверстия канала до края альвеолярного гребня со стороны полости рта (синяя стрелка) — RC;

Г) высота гребня — расстояние от полости носа до края альвеолярного гребня (рис. 4.).

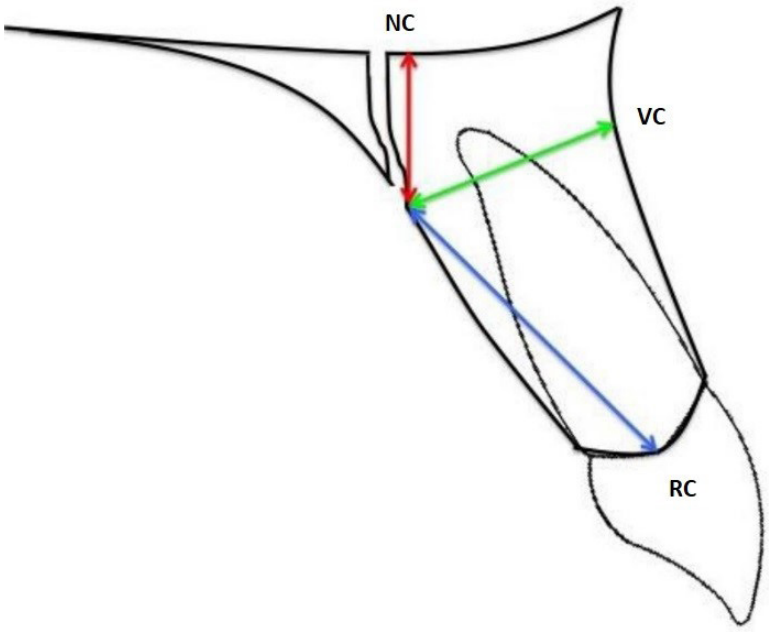


Рис. 4. Схема измерений расположения canalis sinuosus (стрелкой отмечено 1-А, 2-Б, 3-В)

Альвеоло-антральную артерию выявляли при последовательном изучении серии корональных срезов в проекции моляров. При обнаружении костного канала измеряли его максимальный диаметр (рис. 5). Также выполняли линейные измерения от нижней границы костного канала до проекции дна верхнечелюстного синуса на вестибулярную поверхность и измерение от нижней границы костного канала до края альвеолярного отростка верхней челюсти (рис. 6).

Определение угла и глубины зоны поднутрения нижней челюсти проводили на корональных реформатах КЛКТ в проекции первого и второго моляра нижней челюсти.

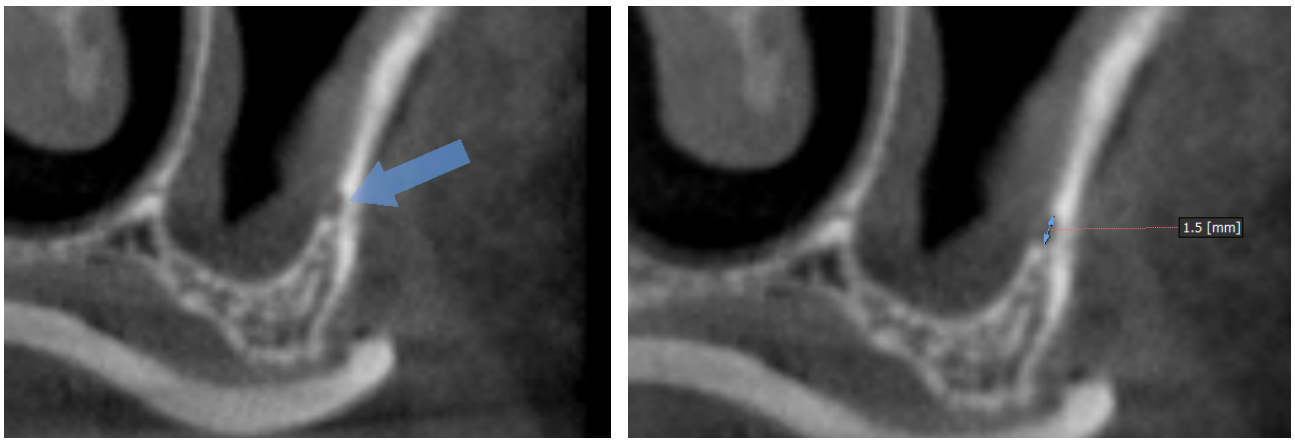


Рис. 5. КЛКТ, корональный реформат верхней челюсти слева: *а) на вестибулярной стенке верхнечелюстного синуса определяется костный канал альвеоло-антральной артерии (указан стрелкой); б) измерение диаметра канала.*

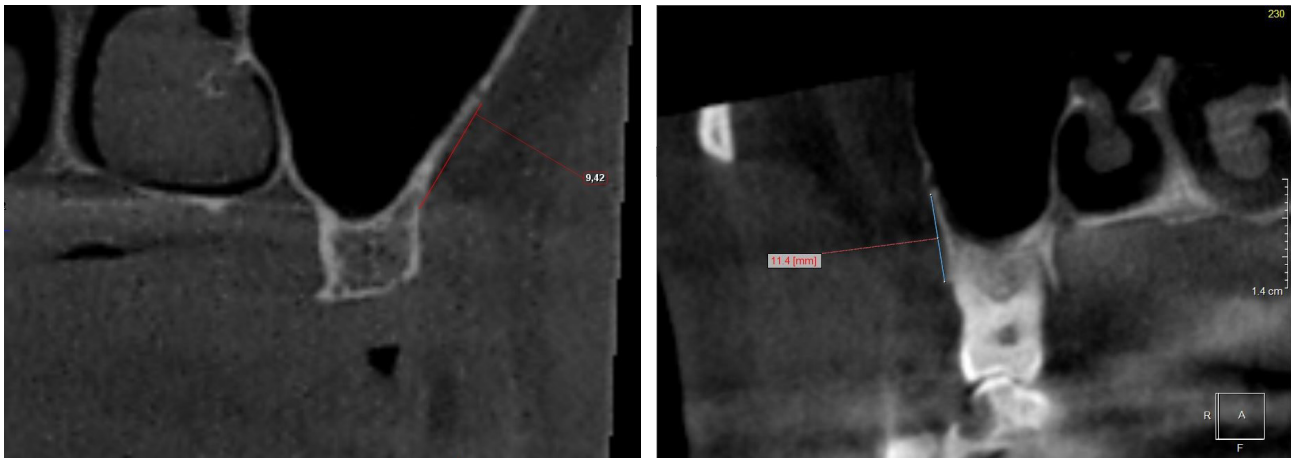


Рис. 6. КЛКТ верхней челюсти, корональные реформаты: *а) измерение от нижней границы костного канала до проекции на вестибулярную поверхность дна верхнечелюстного синуса; б) измерение от нижней стенки костного канала до альвеолярного отростка верхней челюсти.*

Для анализа глубины зоны поднутрения проводили прямую линию по наиболее выступающим точкам альвеолярной части и тела челюсти с язычной стороны. Далее от этой границы под прямым углом измеряли линейное расстояние до кортикальной пластинки в месте наибольшей глубины.

Для определения угла зоны поднутрения на корональных реформатах КЛКТ нижней челюсти в проекции первого и второго моляров с помощью функции транспортира получали данные об угле между построенной ранее прямой и касательной к язычной поверхности альвеолярной части нижней челюсти (рис. 7).

Рис. 7. Корональные реформаты нижней челюсти справа: *а) определение глубины зоны поднутрения; б) определение угла зоны поднутрения.*

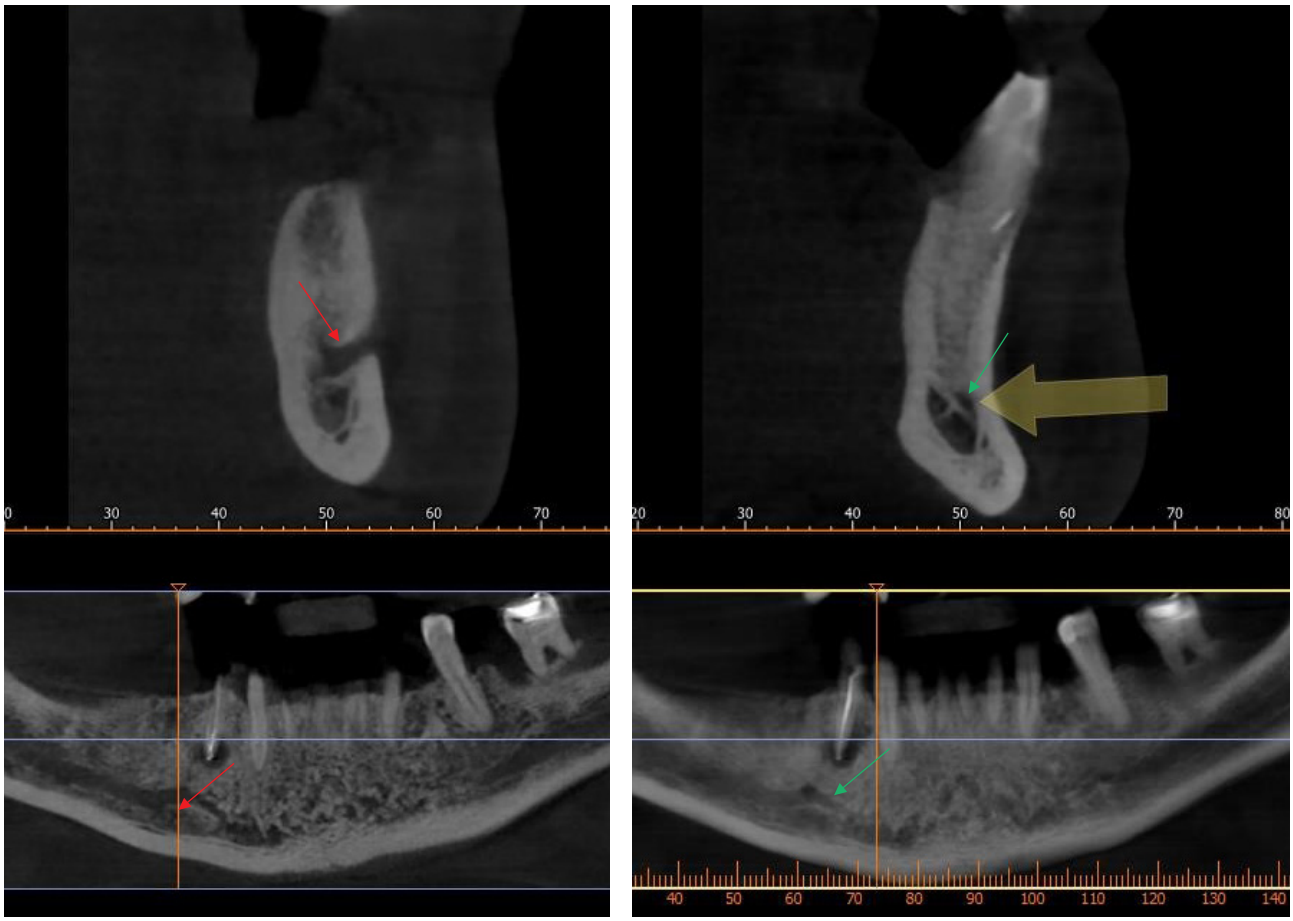


Рис. 8. КЛКТ нижней челюсти, панорамный и корональный реформаты. *Красная стрелка- ментальное отверстие. Зеленая стрелка – нижний резцовый канал. Его протяженность до клыка нижней челюсти справа.*

Наличие и диаметр нижнечелюстного резцового канала определяли по панорамным и корональным реформатам НЧ путем просмотра всех последовательных срезов. Если после подбородочного отверстия костный канал прослеживался и далее в подбородочном отделе НЧ, считали, что резцовый канал имеется. Его протяженность оценивали на сагиттальных и панорамных реформатах и подразделяли по расположению концевого отдела канала на уровне клыка, латерального или центрального резца, а также по наличию анастомоза с нижнечелюстным резцовым каналом с другой стороны челюсти (рис. 8).

В корональном окне измеряли наибольший диаметр резцового канала (рис. 9).

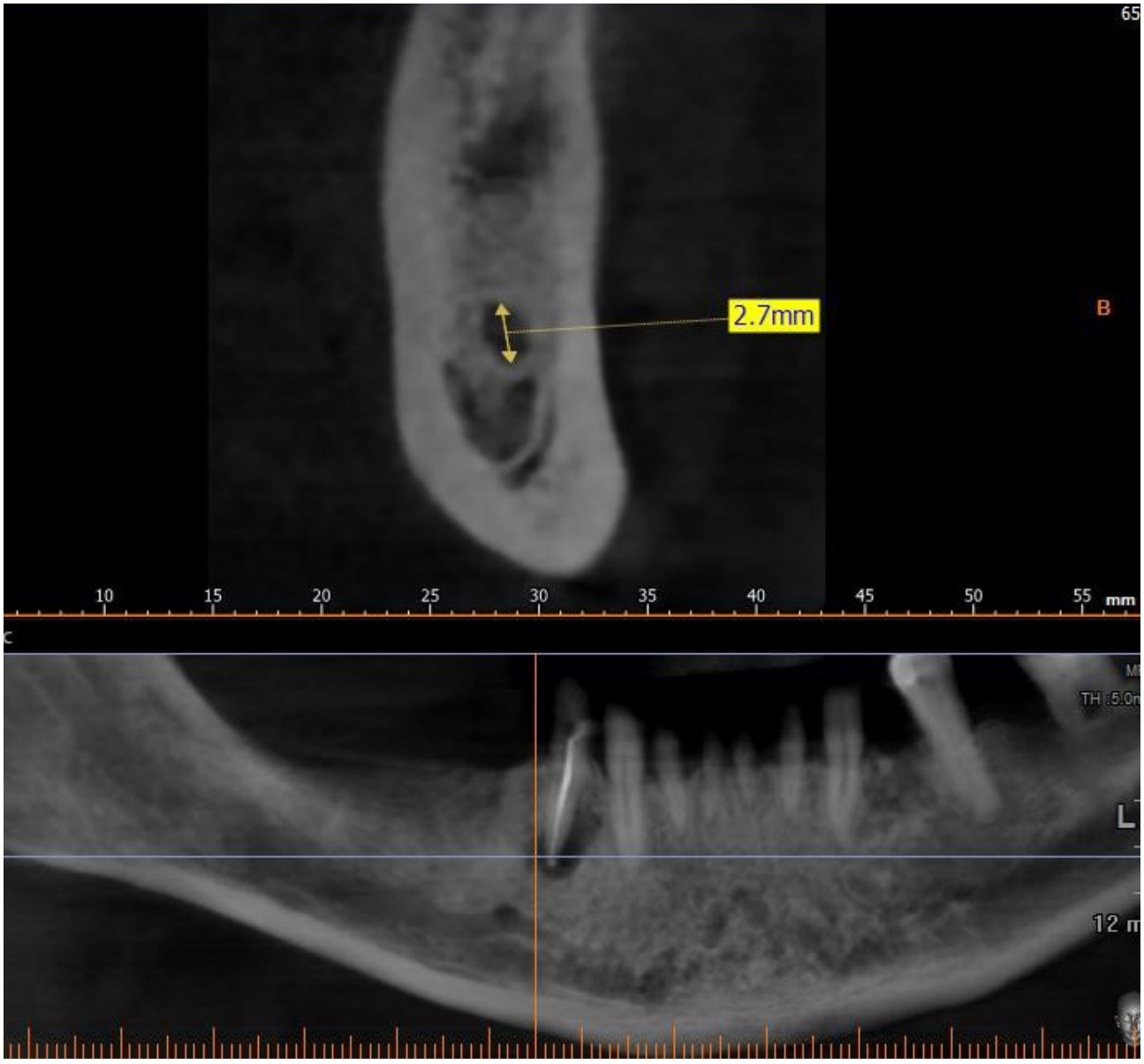


Рис.9. КЛКТ нижней челюсти, корональный реформат. *Линейное измерение диаметра нижнечелюстного резцового канала.*

Для точного измерения параметров зоны поднутрения и альвеоло-антральной артерии в случае концевых дефектов дистальных отделов челюстей применяли следующий протокол.

Анализ данных компьютерной томографии проводили в модуле мультипланарной реконструкции. В аксиальном окне сагиттальную линию позиционировали по длиннику альвеолярного гребня верхней или нижней челюсти с исследуемой стороны, таким образом, чтобы корональная линия располагалась под прямым углом к этому же гребню (рис. 10).

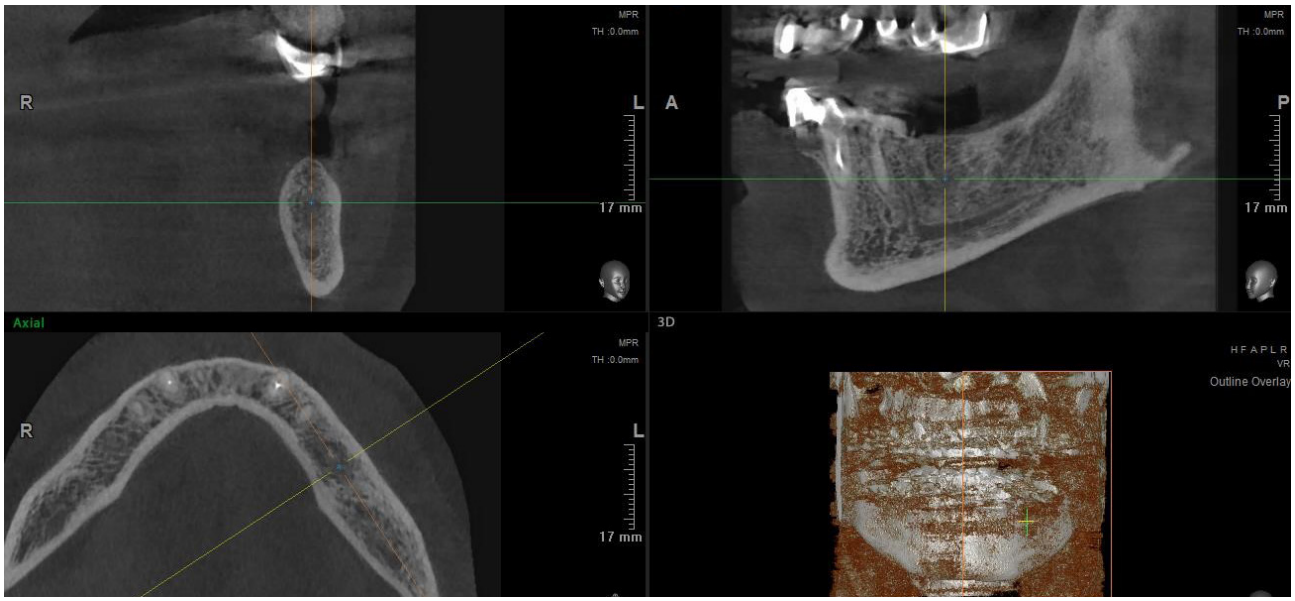


Рис. 10. Мультипланарная реконструкция КЛКТ

Сагиттальный срез утолщали до 5 мм для полноценного отображения рядом расположенных зубов (рис. 11).

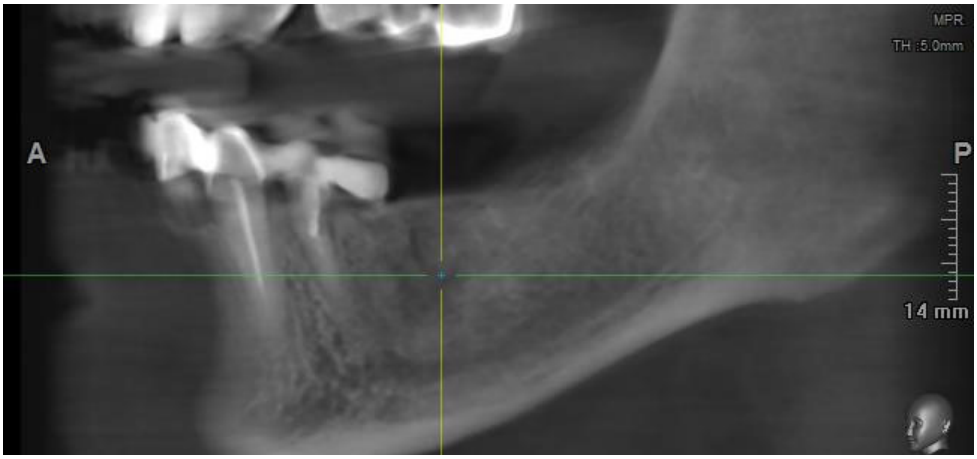


***Рис. 11. КЛКТ** нижней челюсти, сагиттальный реформат толщиной 5 мм*

Корональную линию устанавливали параллельно соседнему зубу, а аксиальную линию — параллельно окклюзионной плоскости.

По данным антропометрических измерений (классификация по Вайсу, 1965; Устименко, 1984) медио-дистальная ширина коронок премоляров составляет в среднем 7–8 мм, моляров 9–10 мм. В связи с этим, увеличивали толщину коронального среза на необходимую величину в зависимости от отсутствующего зуба. Затем утолщенная плоскость центрировалась относительно соседнего зуба (рис. 12).

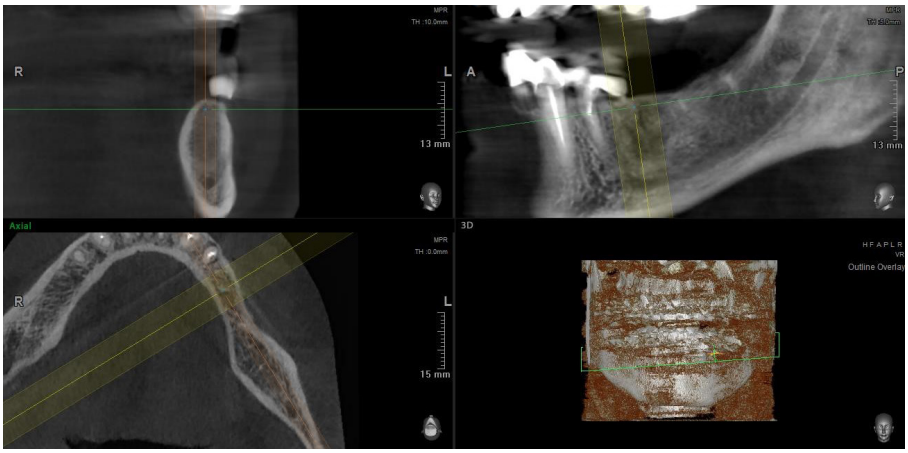


Рис. 12. КЛКТ. *В сагиттальном окне увеличенная коронарная линия до 10 мм позиционируется относительно рядом расположенного зуба.*

Далее толщину среза возвращали к значению 1 мм, благодаря чему срез оказывался в проекции середины беззубого челюстного сегмента, где затем и проводили измерения (рис. 13).

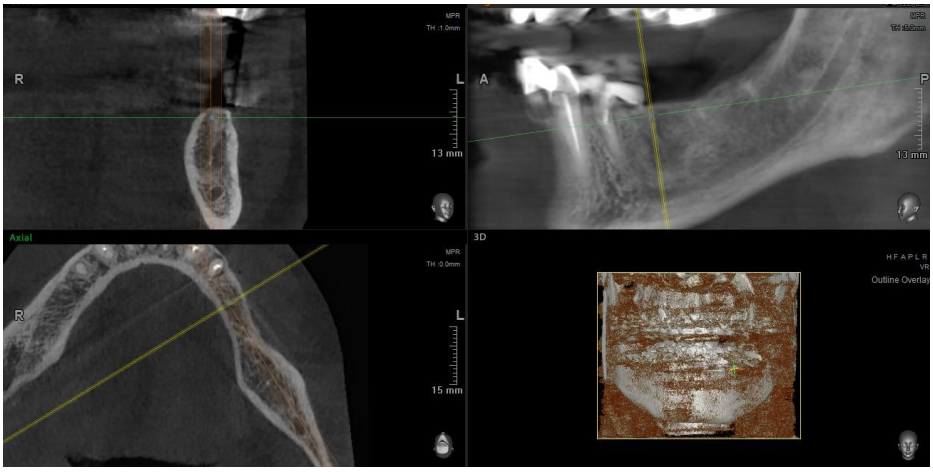


Рис. 13. КЛКТ. *В сагиттальном окне коронарная линия выставлена на 1 мм, автоматически располагается по центру отсутствующего первого моляра*

2.4. Статистическая обработка данных

Все обследуемые были проинформированы о характере исследования и письменно подтвердили свое согласие на участие. Обследования проводили в соответствии с этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека, определенными Хельсинкской декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации (1964–2000).

Статистический анализ полученных результатов основывался на данных конусно-лучевой компьютерной томографии и ортопантомографии. Все параметры и признаки заносили в специально разработанные таблицы, которые служили основой математической обработки.

Методы описательной статистики включали оценку для количественных и качественных признаков и представлены в виде таблиц и диаграмм. Описательные статистики позволили обобщить первичные результаты, полученные при наблюдении. Так как распределение признаков было отличным от нормального применили медиану (Me) в качестве меры центральной тенденции и квартили (Q_1 и Q_3) как меру изменчивости.

Для проверки распределения признака использовался статистический критерий Шапиро-Уилка. При этом тестировалась гипотеза о том, что изучаемое распределение не отличается от нормального. Значит если достигнутый уровень значимости при проверке гипотезы будет меньше, чем критерий значимости ($p<0,05$), то нулевая гипотеза о сходстве распределений отвергается, следовательно распределение отличается от нормального. Соответственно, если $p>0,05$, то распределение не отличается от нормального. Установлено, что переменные, используемые в анализе, имеют распределение, отличное от нормального (рис. 14).

Для изучения силы и направления взаимосвязи между переменными использовался непараметрический ранговый корреляционный анализ Спирмена. Выбор метода Спирмена обусловлен тем, что переменные имеют распределение, отличное от нормального. Выбранный уровень статистической значимости составил 5% ($p<0,05$).

Для анализа статистической значимости различий переменных и групп переменных использовали непараметрический U критерий Манна-Уитни. Для сравнения нескольких выборок в виде проверки равенства медиан использовался ранговый дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса.

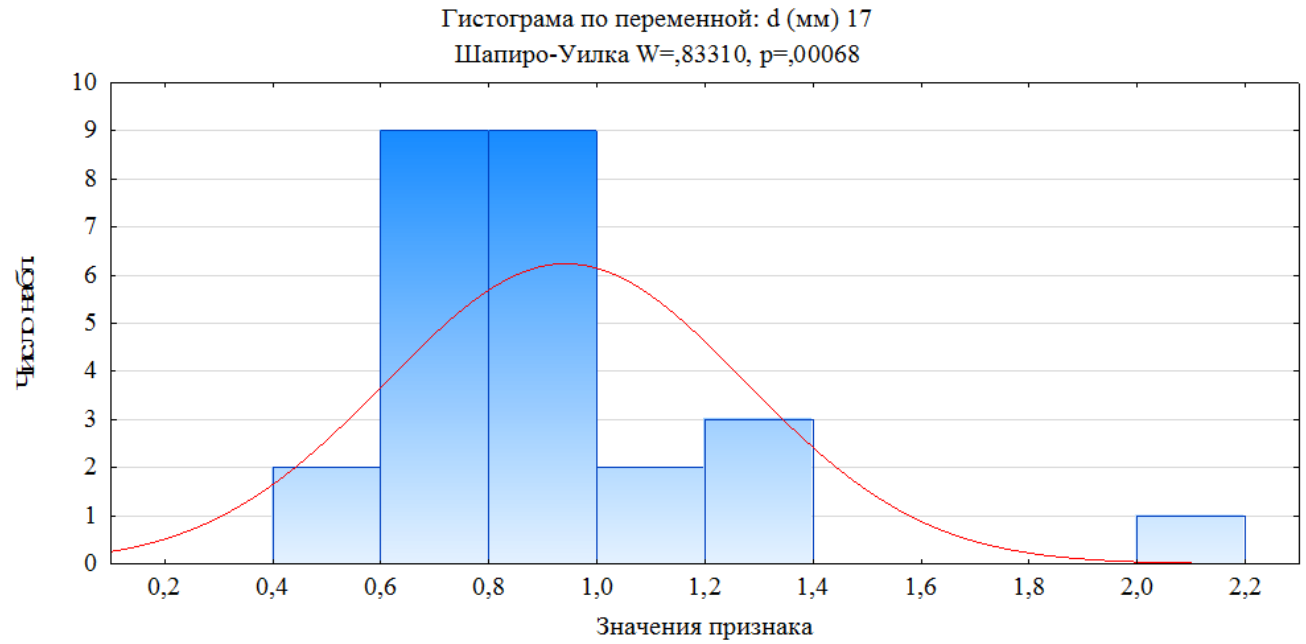


Рис. 14. Гистограмма распределения переменной «d (мм) 17»

Статистическая обработка материала выполнена на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Stat Plus (2010) и повторно проверялась в онлайн программе https://www.psychol-ok.ru/statistics/

ГЛАВА 3.
ВОЗМОЖНОСТИ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА АНАТОМИЧЕСКИХ СТРУКТУР ЧЕЛЮСТЕЙ. АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЭТАПА ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ С УЧЕТОМ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Клинико-лучевая характеристика анатомических структур верхней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (I группа наблюдений)

3.1.1 Canalis sinuosus

С целью изучения лучевой семиотики и измерения рентгеноморфометрических параметров CS были проанализированы данные конусно-лучевой КТ 50 пациентов (n=50). CS, содержащий передний верхний альвеолярный сосудисто-нервный пучок, визуализировался у 30 пациентов (n=30) на реформатах мультипланарной реконструкции КЛКТ в виде костного канала в области передней стенки верхнечелюстной пазухи. Далее канал следовал в переднемедиальном направлении от подглазничного отверстия по нижнему краю грушевидного отверстия, проходил в толще альвеолярного отростка и открывался со стороны неба в области передних зубов верхней челюсти.

Четкость визуализации, рентгеноморфометрические параметры, топографию CS оценивали на томограммах при толщине среза 0,5, 1, 3 и 10 мм.

О четкости визуализации при различной толщине слоев судили по балльной системе:

А) Не визуализируется — 0 баллов;
Б) Нечеткая визуализация — визуализируется, но невозможно провести точные измерения, диагностику — 1 балл;
В) Умеренная четкая визуализация — можно достаточно четко проследить канал и провести измерения — 2 балла;
Г) Четкая визуализация — оптимальные условия для диагностики и измерений — 3 балла.

Топография выходного отверстия canalis sinuosus на нёбе определялась по классификации Oliveira-Santos et al., причем каждой локализации был присвоен

определенный ранг: 1 — центральный резец; 2 — между центральным резцом и латеральным резцом; 3 — латеральный резец; 4 — клык; 5 — первый премоляр; 6 — латеральнее резцового отверстия; 7 — кзади от резцового отверстия. Положение альвеолярной части CS в альвеолярном отростке и наличие зубов ранжировали следующим образом:

0 — зубы отсутствуют;

1 — щечное;

2 — срединное;

1 — зубы имеются.

3 — небное.

Результаты наблюдений обобщены в таблице 6.

При анализе выявлено, что у большинства пациентов наибольшая четкость визуализации справа и слева была достигнута при толщине срезов 0,5 или 1мм (2, 3 балла). При увеличении толщины среза до 3мм четкость ухудшалась (1 балл). На томограммах с толщиной слоя 10мм структура не прослеживалась.

Диаметр канала в среднем составил 1мм с обеих сторон (Me) при Q_1=0,9мм, Q_3=1,1мм справа и Q_1=0,7мм, Q_3=1,3мм слева. Длина альвеолярной части CS варьировала от 13,83мм справа (Me, Q_1=9,66мм, Q_3=15,22мм) до 10, 24мм слева (Me, Q_1=7,81мм, Q_3=13,79мм)

Выходные отверстия CS на нёбе наиболее часто располагались в области латеральных резцов, клыков, реже между центральными и латеральными резцами и в проекции первых премоляров (справа — Me=3, Q_1=3, Q_3=5; слева — Me=3, Q_1=2, Q_3=4).

По локализации в альвеолярном отростке CS чаще находился небно, реже по центру (справа — Me=3, Q_1=2, Q_3=3, слева — Me=3, Q_1=3, Q_3=3).

Таким образом, основываясь на рентгеноморфометрических параметрах, особенностях топографии Canalis sinuosus по КЛКТ возможно планировать положение будущего имплантата и корректное формирование имплантационного ложа.

Для изучения силы и направления взаимосвязи между переменными использовался непараметрический ранговый корреляционный анализ Спирмена (таблицы 7, 8, 9, 10). Выбор метода Спирмена обусловлен тем, что переменные имеют распределение, отличное от нормального. Выбранный уровень статистической значимости составил 5% ($p<0,05$).

Таблица 6

Результаты анализа четкости визуализации и радиоморфометрии canalis sinuosus

Переменные	N набл.	Среднее (M)	Ст. откл. (σ)	Медиана (Me)	Квартиль 1 (Q_1)	Квартиль 3 (Q_3)
Возраст	30	63,17	9,27	65,0	55,0	70,0
CS справа						
0,5 мм	21	2,19	0,51	2,00	2,00	2,00
1 мм	21	2,10	0,54	2,00	2,00	2,00
3 мм	21	1,00	0,84	1,00	0,00	2,00
10 мм	21	0,38	0,50	0,00	0,00	1,00
Топография на нёбе	21	3,43	1,47	3,00	3,00	5,00
NC	21	12,05	4,89	13,60	7,90	15,30
VC	21	7,68	2,89	7,50	6,00	8,70
RC	21	9,07	4,46	9,20	6,10	12,00
Высота гребня	21	19,05	3,77	19,80	17,60	21,30
Наличие зубов	21	0,62	0,50	1,00	0,00	1,00
Длина канала - альвеолярная часть	21	12,72	4,87	13,83	9,66	15,22
Диаметр	21	1,02	0,28	1,00	0,90	1,10
Положение	21	2,71	0,46	3,00	2,00	3,00
CS слева						
0,5 мм	19	2,21	0,42	2,00	2,00	2,00
1 мм	19	2,00	0,58	2,00	2,00	2,00
3 мм	19	0,89	0,66	1,00	0,00	1,00
10 мм	19	0,32	0,48	0,00	0,00	1,00
Топография на нёбе	19	3,05	1,43	3,00	2,00	4,00
NC	19	9,35	3,45	7,40	7,00	12,50
VC	19	7,83	2,93	8,50	5,80	9,80
RC	19	11,93	3,48	13,10	10,20	14,60
Высота гребня	19	19,83	2,34	20,20	17,90	21,60
Наличие зубов	19	0,68	0,48	1,00	0,00	1,00
Длина канала - альвеолярная часть	19	11,11	4,56	10,24	7,81	13,79
Диаметр	19	1,07	0,47	1,00	0,70	1,30
Положение	19	2,74	0,56	3,00	3,00	3,00

Таблица 7

Корреляционные связи особенностей топографии, рентгеноморфометрии canalis sinuosus и толщины среза

Переменные	0,5 мм		1 мм		3 мм		10 мм	
	r	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**
CS справа	-0,28	0,22	-0,20	0,39	-0,41	0,06	-0,25	0,28
Топография на нёбе	0,20	0,39	0,48*	0,03*	0,48*	0,03*	0,38	0,09
NC	0,19	0,40	0,01	0,96	0,10	0,66	-0,15	0,53
VC	-0,04	0,85	0,00	0,99	-0,19	0,41	0,17	0,46
RC	-0,21	0,37	-0,05	0,82	0,05	0,84	0,15	0,53
Высота гребня	0,49*	0,02*	0,51*	0,02*	0,48*	0,03*	0,41	0,06
Наличие зубов	0,16	0,49	0,44*	0,05*	0,34	0,14	0,37	0,10
Длина канала – альвеолярная часть	0,01	0,97	0,10	0,67	0,04	0,87	0,23	0,32
Диаметр	-0,18	0,44	-0,29	0,21	-0,26	0,26	-0,37	0,10
Положение	-0,28	0,22	-0,20	0,39	-0,41	0,06	-0,25	0,28
CS слева								
Топография на нёбе	-0,15	0,55	-0,13	0,60	0,28	0,25	-0,04	0,86
NC	-0,20	0,41	-0,33	0,17	0,01	0,96	0,38	0,11
VC	-0,12	0,63	0,15	0,55	0,09	0,70	-0,23	0,35
RC	0,07	0,77	0,39	0,10	0,02	0,93	-0,29	0,23
Высота гребня	-0,17	0,50	-0,02	0,95	0,11	0,66	0,04	0,87
Наличие зубов	0,07	0,77	0,37	0,11	-0,09	0,70	-0,27	0,27
Длина канала – альвеолярная часть	-0,28	0,24	-0,37	0,12	0,11	0,66	0,25	0,31
Диаметр	0,08	0,74	-0,01	0,96	0,50*	0,03*	0,41	0,08
Положение	-0,03	0,89	0,07	0,76	-0,12	0,63	-0,23	0,34

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Как видно из таблицы 7, при анализе возможности оценки (визуализации, измерений) выбранных критериев в зависимости от толщины томографических срезов определена достоверная положительная взаимосвязь при толщине срезов 0,5, 1 и 3мм. Таким образом установлено, что наиболее четко CS визуализировался на томограммах с толщиной слоя 0,5, 1 и 3мм, и именно эти показатели можно рекомендовать для выявления и рентгеноморфометрии данной структуры при планировании имплантации.

Таблица 8

Расчет коэффициента корреляции Спирмена по отдельным переменным (топография canalis sinuosus на небе)

Переменные	Топография на нёбе	
	Коэффициент корреляции Спирмена (r)	p-уровень
CS справа		
Положение	0,19	0,39
NC	-0,06	0,81
VC	0,11	0,63
RC	0,12	0,60
Высота гребня	0,48*	0,03*
CS слева		
Положение	0,26	0,27
NC	0,16	0,50
VC	0,47*	0,04*
RC	0,24	0,33
Высота гребня	0,68*	0,00*

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

В результате проведенного корреляционного анализа выбранных критериев для CS ранговым методом Спирмена выявлена устойчивая положительная зависимость средней силы локализации CS на небе от высоты альвеолярного гребня ($r=0,48$ справа и $r=0,68$ слева) и расстояния от вестибулярной кортикальной пластинки ($r=0,47$) (таблица 8). Таким образом, чем больше высота альвеолярного гребня и расстояние от вестибулярной кортикальной пластинки (VC), тем чаще CS открывается на небе на уровне латеральных резцов или клыков (наиболее частая локализация при ранее приведенных расчетах описательными методами).

Определены отрицательная корреляционная связь средней силы положения CS в альвеолярном отростке с расстоянием до полости носа (r= –0,68), сильная положительная связь с расстоянием от вестибулярной кортикальной пластинки альвеолярного отростка (r=0,65) и края альвеолярного гребня (r=0,73) до канала (таблица 9).

Таблица 9

Расчет коэффициента корреляции Спирмена по отдельным переменным (положение CS)

Переменные	Положение	
	Коэффициент корреляции Спирмена (r)	p-уровень
CS справа		
NC	-0,68*	0,00*
VC	0,40	0,07
RC	0,73*	0,00*
Высота гребня	0,02	0,98
Наличие зубов	0,16	0,50
Диаметр	0,38	0,09
CS слева		
NC	-0,27	0,27
VC	0,65*	0,00*
RC	0,46*	0,05*
Высота гребня	0,11	0,66
Наличие зубов	-0,03	0,90
Диаметр	-0,04	0,87

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Таблица 10

Расчет коэффициента корреляции Спирмена по отдельным переменным (возраст/пол)

Переменные	Возраст		Возраст - М		Возраст - Ж	
	r	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**
CS справа						
VC	-0,05	0,83	-0,17	0,57	0,00	1,00
RC	0,12	0,59	0,04	0,89	0,19	0,65
Высота гребня	-0,10	0,66	0,18	0,56	-0,67	0,07
Наличие зубов	0,29	0,20	-0,27	0,37	-0,14	0,73
Диаметр	-0,11	0,64	0,45	0,12	0,00	1,00
CS слева						
VC	-0,04	0,87	0,02	0,97	-0,15	0,63
RC	0,11	0,65	-0,17	0,72	-0,05	0,88
Высота гребня	-0,21	0,38	-0,37	0,41	-0,26	0,42
Наличие зубов	0,27	0,26	-0,17	0,71	0,41	0,18
Диаметр	-0,13	0,60	-0,32	0,49	0,05	0,89

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Эти данные свидетельствуют о том, что чем ближе дно нижнего носового хода к CS (то есть чем меньше показатель NC) и чем больше расстояние до наружной кортикальной пластинки альвеолярного отростка (VC) и края гребня (RC), тем чаще CS локализуется небно в альвеолярном отростке.

При анализе связи выбранных критериев с возрастом и полом пациентов достоверных различий не выявлено (таблица 10).

3.1.2. Альвеоло-антральная артерия

При анализе рентгеноанатомии и рентгеноморфометрических параметров ААА были изучены конусно-лучевые компьютерные томограммы и реконструктивные изображения 50 пациентов (n=50), из них 22 мужчин (n=22, 44%) и 28 женщин (n=28, 56%). ААА визуализировалась на реформатах мультипланарной реконструкции КЛКТ в виде костного канала, вдавления или борозды в латеральной стенке верхнечелюстной пазухи на уровне моляров верхней челюсти. Однако, если ААА располагалась в толще слизистой оболочки верхнечелюстного синуса, не затрагивая его костной стенки, то структура не выявлялась на КЛКТ изображениях.

С целью анализа рентгеноморфометрических данных и топографии ААА были проведены измерения диаметра образования, расстояний от ААА до проекции дна верхнечелюстной пазухи и до края альвеолярного гребня верхней челюсти, а также высоты альвеолярного отростка на уровне первых и вторых моляров с обеих сторон. Результаты наблюдений представлены в таблице 11.

Медианные значения диаметра ААА с правой и левой сторон варьировали от 0,9 до 1мм при Q_1=0,7–0,9мм, Q_3=1–1,3мм. Наиболее часто ААА локализовалась на расстоянии от 8,1мм до 11,15мм от проекции дна верхнечелюстной пазухи (Q_1=5,9–9,3мм, Q_3=12,1–14,1мм) и на расстоянии 14,6–18,2мм (Q_1=13,1–14,4мм, Q_3=18,3–21,7мм) от альвеолярного края.

Таблица 11

Результаты радиоморфометрии и оценки топографии альвеоло-антральной артерии (мужчины+женщины)

	N набл.	Среднее (M)	Ст. откл. (σ)	Медиана (Me)	Квартиль 1 (Q_1)	Квартиль 3 (Q_3)
возраст	50	62,88	9,58	64,50	55,00	70,00
d (мм)1.6	25	1,04	0,34	1,00	0,80	1,30
d (мм) 1.7	26	0,94	0,33	0,90	0,70	1,00
d (мм) 2.6	13	1,10	0,22	1,10	0,90	1,30
d (мм) 2.7	20	1,00	0,33	0,95	0,75	1,10
от дна синуса 1.6	25	11,30	4,12	9,80	8,60	12,90
от дна синуса 1.7	26	11,69	4,03	11,15	9,30	14,10
от дна синуса 2.6	13	9,83	2,58	9,50	7,80	12,10
от дна синуса 2.7	22	9,06	4,61	8,10	5,90	13,20
от края гребня 1.6	25	16,76	3,74	16,20	14,20	20,10
от края гребня 1.7	27	17,93	5,19	18,20	14,40	21,70
от края гребня 2.6	13	15,99	4,18	14,60	13,30	18,30
от края гребня 2.7	20	17,48	4,05	17,40	13,90	21,50
высота гребня 1.6	47	2,90	3,54	1,40	0,00	5,90
высота гребня 1.7	47	3,83	4,28	1,60	0,00	7,40
высота гребня 2.6	47	1,70	3,36	0,00	0,00	2,20
высота гребня 2.7	47	3,20	4,42	0,00	0,00	6,50

При анализе статистической значимости различий переменных по полу использовался непараметрический U критерий Манна-Уитни. Достоверная корреляция выявлена по диаметру ААА и высоте альвеолярного гребня на уровне молярных челюстных сегментов с правой стороны (таблица 12).

Таблица 12

Различия между сравниваемыми группами по полу

Переменные	Сумма рангов (мужчины)	Сумма рангов (женщины)	U	p	N - м	N - ж
d (мм)1.6	118,50	206,50	53,50	0,412	8	17
d (мм) 1.7	236,50	114,50	36,50	0,014*	14	12
d (мм) 2.6	20,00	71,00	10,00	0,241	4	9
d (мм) 2.7	115,50	94,50	39,50	0,444	10	10
от дна синуса 1.6	124,00	201,00	48,00	0,256	8	17
от дна синуса 1.7	207,00	144,00	66,00	0,368	14	12
от дна синуса 2.6	25,50	65,50	15,50	0,757	4	9
от дна синуса 2.7	137,50	115,50	49,50	0,490	11	11
от края гребня 1.6	110,00	215,00	62,00	0,749	8	17
от края гребня 1.7	222,00	156,00	65,00	0,216	14	13
от края гребня 2.6	24,00	67,00	14,00	0,589	4	9
от края гребня 2.7	124,00	86,00	31,00	0,161	10	10
высота гребня 1.6	391,00	737,00	181,00	0,044*	20	27
высота гребня 1.7	558,00	570,00	192,00	0,081	20	27
высота гребня 2.6	439,00	689,00	229,00	0,269	20	27
высота гребня 2.7	522,00	606,00	228,00	0,321	20	27

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Наглядное представление различий между сравниваемыми группами представлено на рисунке 15

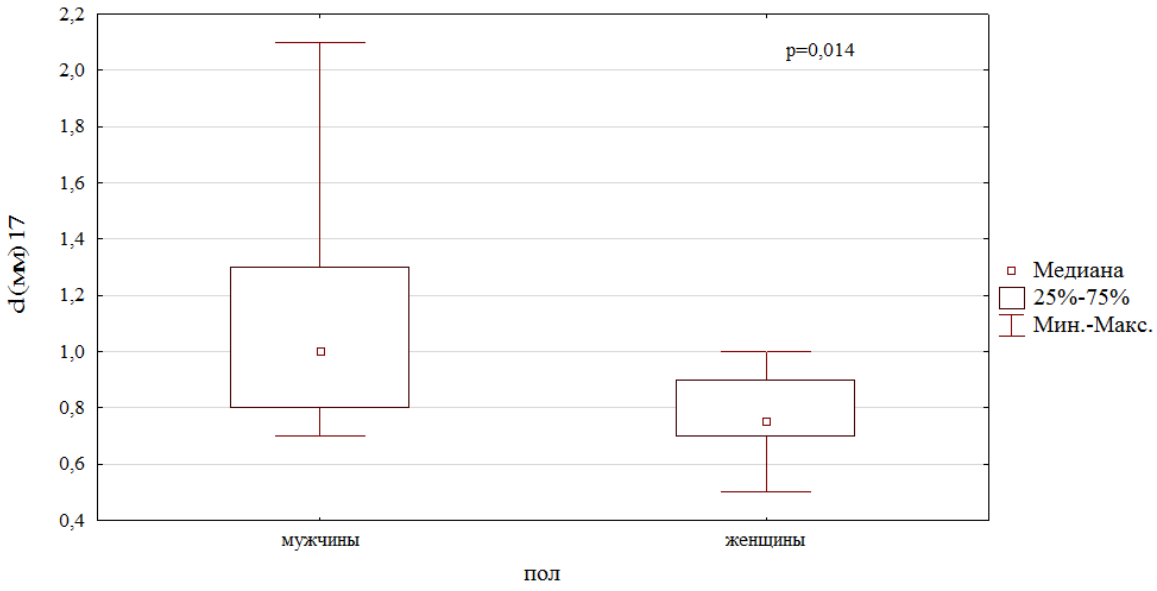


Рис. 15. Диаграмма различий между сравниваемыми группами на примере переменной (d(мм) 1.7).

Для изучения взаимосвязи между отдельными переменными, так же, как и в предыдущем исследовании, использовали непараметрический ранговый корреляционный анализ Спирмена. Результаты исследования представлены в таблицах 13, 14, 15, 16.

По результатам проведенного анализа выявлена обратная корреляционная связь средней силы между возрастом и расположением ААА от проекции дна верхнечелюстного синуса (r= –0,52 в области 1.7 челюстного сегмента), возрастом и расстоянием от края альвеолярного гребня до исследуемой структуры (r= –0,68 в области 1.6 челюстного сегмента) у мужчин (таблица 13). Интерпретируя результаты анализа, можно говорить о том, что расстояние от дна верхнечелюстной пазухи до ААА с возрастом уменьшается в связи с дисфункциональной атрофией альвеолярного отростка и, соответственно, увеличением пневматизации верхнечелюстного синуса.

В выборках «Женщины» и «Мужчины и женщины» достоверной корреляции переменных не найдено.

Из таблицы 14 видно, что имеется сильная обратная взаимозависимость удаленности ААА от дна ВЧ пазухи и от края альвеолярного гребня (r= –0,72) и прямая зависимость средней силы расстояния от дна ВЧ пазухи до ААА и высоты альвеолярного отростка.

Таблица 13

Расчёт коэффициента корреляции по возрасту

Переменные	Возраст					
	Мужчины		Женщины		Мужчины и женщины	
	r	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**
d (мм) 1.6	-0,31	0,448	-0,08	0,759	-0,08	0,71
d (мм) 1.7	0,19	0,507	-0,37	0,241	0,05	0,80
d (мм) 2.6	0,39	0,611	0,15	0,703	-0,1	0,74
d (мм) 2.7	0,13	0,730	-0,35	0,325	-0,007	0,98
Расположение от дна синуса 1.6	-0,41	0,307	0,13	0,612	0,03	0,88
Расположение от дна синуса 1.7	-0,52*	0,047*	0,01	0,983	-0,17	0,42
Расположение от дна синуса 2.6	0,21	0,789	0,16	0,683	0,15	0,62
Расположение от дна синуса 2.7	-0,07	0,845	-0,02	0,957	0,09	0,69
Расположение от края гребня 1.6	-0,68*	0,042*	-0,16	0,528	-0,31	0,13
Расположение от края гребня 1.7	-0,44	0,116	-0,34	0,255	-0,24	0,22
Расположение от края гребня 2.6	-0,63	0,368	-0,05	0,906	-0,15	0,62
Расположение от края гребня 2.7	-0,21	0,553	0,21	0,557	0,31	0,18
Высота гребня 1.6	-0,22	0,348	-0,06	0,782	-0,18	0,21
Высота гребня 1.7	0,03	0,915	0,16	0,419	0,23	0,12
Высота гребня 2.6	0,17	0,485	-0,27	0,174	-0,19	0,20
Высота гребня 2.7	0,53	0,417	-0,10	0,619	0,18	0,23

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

В выборках «Женщины» и «Мужчины и женщины» достоверной корреляции переменных не найдено.

Из таблицы 14 видно, что имеется сильная обратная взаимозависимость удаленности ААА от дна ВЧ пазухи и от края альвеолярного гребня (r= –0,72) и прямая зависимость средней силы расстояния от дна ВЧ пазухи до ААА и высоты альвеолярного отростка.

Таблица 14

Расчет коэффициента корреляции по отдельным переменным (расположение от дна верхнечелюстного синуса на уровне молярных челюстных сегментов)

Переменные	от дна синуса 1.6 (мм)		от дна синуса 1.7 (мм)		от дна синуса 2.6 (мм)		от дна синуса 2.7 (мм)	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Расположение от края гребня 1.6	-0,08	0,70	-0,04	0,891	-	-	-	-
Расположение от края гребня 1.7	-0,24	0,37	0,00	0,988	-	-	-	-
Расположение от края гребня 2.6	-	-	-	-	-0,19	0,544	-0,72*	0,043*
Расположение от края гребня 2.7	-	-	-	-	-0,25	0,550	-0,27	0,257
Высота гребня 1.6	0,30	0,15	0,05	0,797	-	-	-	-
Высота гребня 1.7	0,22	0,30	0,49*	0,010*	-	-	-	-
Высота гребня 2.6	-	-	-	-	-0,47	0,109	0,14	0,561
Высота гребня 2.7	-	-	-	-	-0,16	0,600	-0,09	0,701

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при p<0,05

По результатам анализа по критерию «расположение ААА от края альвеолярного гребня» определены положительные сильные и средние корреляционные связи с расстоянием от дна ВЧ пазух (r=0,6–0,76) и высотой альвеолярного отростка (r=0,95) (таблица 15). Степень рассеяния результатов показаны на рисунке 16 переменных на примере «расположение ААА от края альвеолярного гребня» на уровне 1.6 и 1.7 челюстных сегментов.

Таблица 15

Расчет коэффициента корреляции по отдельным переменным (расположение от края альвеолярного гребня на уровне 1.6, 1.7, 2.6, 2.7 челюстных сегментов)

Переменные	от края гребня 1.6 (мм)		от края гребня 1.7 (мм)		от края гребня 2.6 (мм)		от края гребня 2.7 (мм)	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Расположение от дна синуса 1.6	0,76*	0,000*	0,58*	0,018*	-	-	-	-
Расположение от дна синуса 1.7	0,62*	0,013*	0,64*	0,000*	-	-	-	-
Расположение от дна синуса 2.6	-	-	-	-	0,53	0,061	0,32	0,441
Расположение от дна синуса 2.7	-	-	-	-	0,10	0,823	0,60*	0,006*
Высота гребня 1.6	0,27	0,200	-0,20	0,322	-	-	-	-
Высота гребня 1.7	0,10	0,637	-0,19	0,343	-	-	-	-
Высота гребня 2.6	-	-	-	-	-0,16	0,605	0,12	0,648
Высота гребня 2.7	-	-	-	-	-0,43	0,289	0,95*	0,000*

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

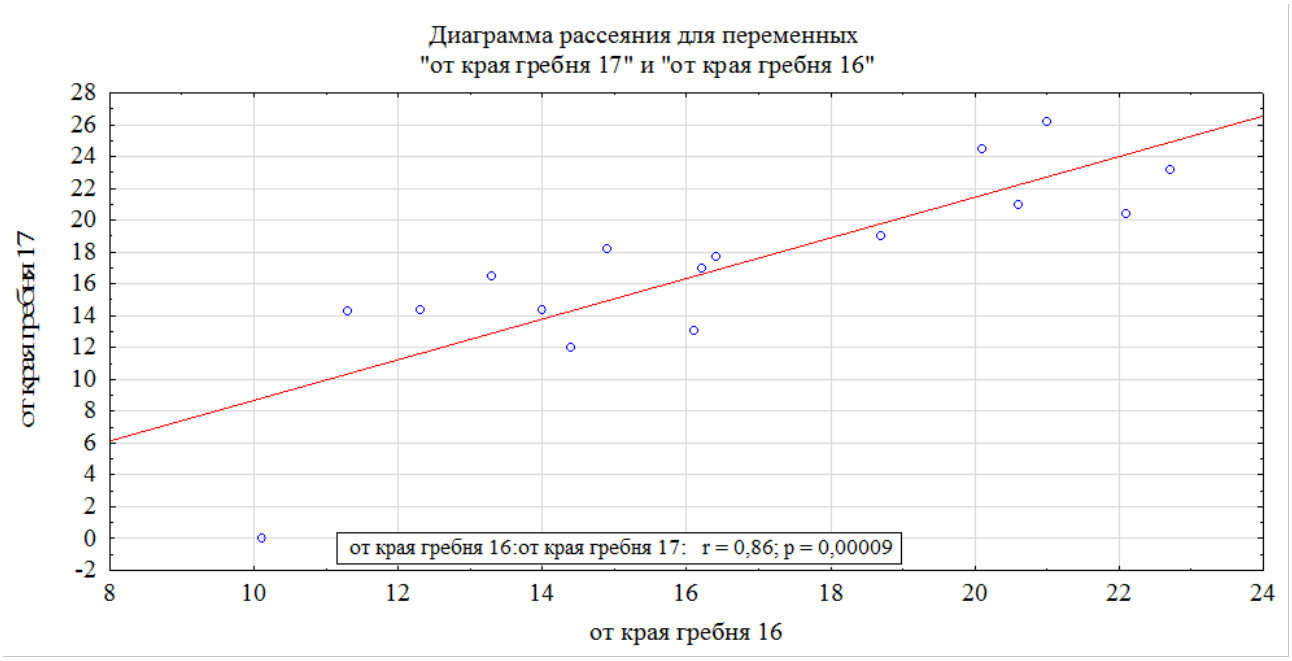


Рис. 16 Диаграмма рассеяния корреляционной взаимосвязи переменных на примере «от края гребня в области 1.7» и «от края гребня в области 1.6»

По данным корреляционного анализа высоты альвеолярного отростка с другими признаками обнаружена ее обратная слабая корреляция с расстоянием от дна ВЧ пазухи на уровне второго моляра справа (r= –0,46), а также прямая зависимость расстояния от края альвеолярного гребня и высоты альвеолярного отростка различной силы (r=0,33 справа — средняя; r=0,53–0,75 слева — средняя и сильная) (таблица 16).

Таблица 16

Расчет коэффициента корреляции по отдельным переменным (высота альвеолярного отростка верхней челюсти на уровне 1.6, 1.7, 2.6, 2.7 зубов)

Переменные	Высота гребня 1.6 (мм)		Высота гребня 1.7 (мм)		Высота гребня 2.6 (мм)		Высота гребня 2.7 (мм)	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Расположение от дна синуса 1.6	-0,29	0,163	-0,05	0,805	-	-	-	-
Расположение от дна синуса 1.7	-0,05	0,825	-0,46*	0,019*	-	-	-	-
Расположение от дна синуса 2.6	-	-	-	-	-0,12	0,700	-0,22	0,469
Расположение от дна синуса 2.7	-	-	-	-	0,29	0,197	0,02	0,930
Расположение от края гребня 1.6	0,27	0,200	0,10	0,637	-	-	-	-
Расположение от края гребня 1.7	0,33*	0,025*	-0,05	0,720	-	-	-	-
Расположение от края гребня 2.6	-	-	-	-	-0,19	0,343	0,11	0,727
Расположение от края гребня 2.7	-	-	-	-	0,75*	0,003*	0,53*	0,015*
Высота гребня 1.6	-	-	-0,16	0,605	-	-	-	-
Высота гребня 1.7	-0,20	0,322	-	-	-	-	-	-
Высота гребня 2.6	-	-	-	-	-	-	0,23	0,121
Высота гребня 2.7	-	-	-	-	-0,05	0,720	-	-

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при p<0,05

Полученные данные корреляционных взаимосвязей топографических критериев ААА (удаленность от дна ВЧ синусов и от края альвеолярного гребня) и высоты альвеолярного отростка подтверждают влияние уменьшения остаточного объема костной ткани последнего при атрофии и связанного с ним увеличения глубины альвеолярных бухт ВЧ пазух на локализацию ААА. При выраженной дисфункциональной атрофии альвеолярного отростка и гиперпневматизации нижних отделов ВЧ синусов ААА проходит достаточно низко, ближе к альвеолярному краю, и чаще оказывается в зоне оперативного вмешательства при дентальной имплантации в дистальных отделах ВЧ и/или синус-лифтинге.

3.2 Клинико-лучевая характеристика анатомических структур нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии (II группа наблюдений)

3.2.1. Нижнечелюстной резцовый канал

С целью уточнения лучевых признаков и топографии, а также рентгеноморфометрии НРК были проанализированы данные конусно-лучевой КТ у 50 пациентов. НРК определялся у 43 пациентов (n=43), из них 15 мужчин (n=15, 34,9%) и 28 женщин (n=28, 65,1%). Визуализацию структур осуществляли на томограммах мультипланарного режима, панорамных реформатах НЧ с изменяемой толщиной слоя и кроссекционных изображениях. НРК прослеживался в виде костного канала, который был продолжением магистрального НЧ канала, содержащего нижнеальвеолярный сосудисто-нервный пучок, в подбородочном отделе НЧ. Просвет канала четко визуализировался в толще губчатого вещества, заканчивался в проекциях от первого премоляра до центрального резца, а в некоторых случаях анастомозировал с аналогичным образованием с противоположной стороны.

Основным оцениваемым в исследовании рентгеноморфометрическим параметром стал диаметр канала. В таблице 17 представлены результаты статистической обработки данного критерия у мужчин и женщин.

Средние медианные значения диаметра НРК с правой и левой сторон у мужчин составили 2,1мм слева и 2,4мм справа (Q_1=1,7мм и 1,8мм, Q_3=2,4мм и 2,9мм); у женщин — Me=2,35мм (Q_1=1,8 и 1,9мм, Q_3=2,4мм); у мужчин и женщин — справа Me= 2,4мм, слева 2,25мм (Q_1=1,9 и 1,8мм, Q_3=2,6мм с обеих сторон). Таким образом, диаметр нижнечелюстного резцового канала не превышал 2,4мм.

Таблица 17

Результаты измерений диаметра НРК

Диаметр	Пол	N набл.	Среднее (M)	Ст. откл. (σ)	Медиана (Me)	Квартиль 1 (Q_1)	Квартиль 3 (Q_3)
d справа	всего	43	2,23	0,66	2,40	1,90	2,60
d справа	ж	28	2,19	0,58	2,35	1,90	2,60
d справа	м	15	2,30	0,82	2,40	1,80	2,90
d слева	всего	42	2,19	0,65	2,25	1,80	2,60
d слева	ж	28	2,26	0,55	2,35	1,85	2,60
d слева	м	14	2,06	0,82	2,10	1,70	2,40

Таблица 18

Анализ различий независимых групп по критерию Манна-Уитни

d справа, мужчины+женщины			d слева, мужчины+женщины			
Медиана (Me)	Кв. 1 (Q_1)	Кв. 3 (Q_3)	Медиана (Me)	Кв. 1 (Q_1)	Кв. 3 (Q_3)	P-уровень
2,40	1,90	2,60	2,25	1,80	2,60	0,503
d справа - женщины			d справа - мужчины			
2,35	1,90	2,60	2,40	1,80	2,90	0,509
d слева - женщины			d слева – мужчины			
2,35	1,85	2,60	2,10	1,70	2,40	0,405
d справа - женщины			d слева - женщины			
2,35	1,90	2,60	2,35	1,85	2,60	0,99
d справа - мужчины			d слева – мужчины			
2,40	1,80	2,90	2,10	1,70	2,40	0,31

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Для оценки достоверности различий независимых групп по переменной «диаметр НРК» с правой и левой стороны, у мужчин, женщин и в общей группе «мужчины+женщины» использовали непараметрический критерий Манна-Уитни. Результаты анализа свидетельствуют об отсутствии различий между группами (p>0,05) (таблица 18).

Наглядное представление об отсутствии различий показано на рис. 17, 18.

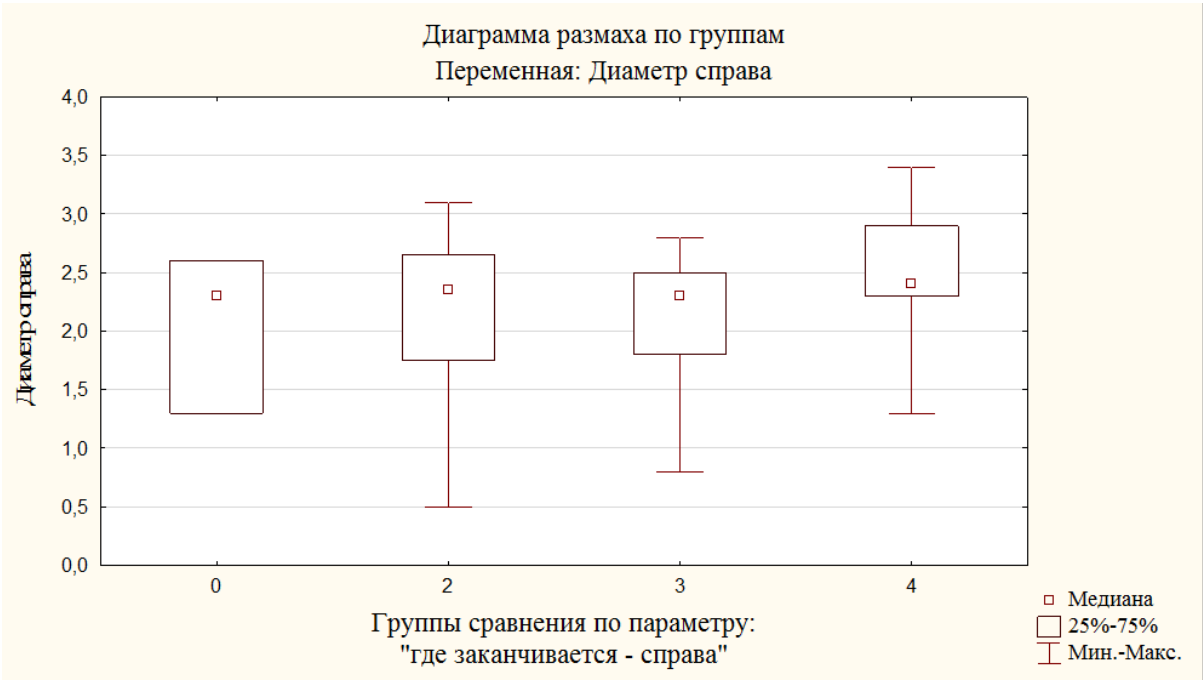


Рис.17. Диаграмма размаха по переменной «d справа

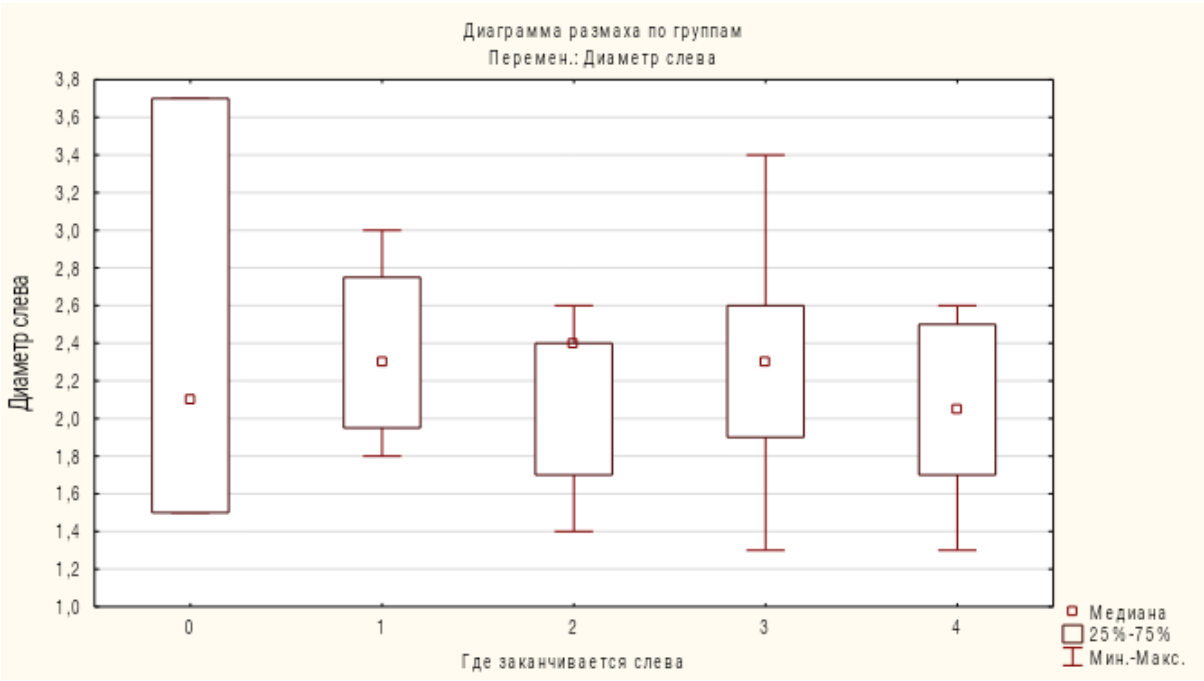


Рис.18. Диаграмма размаха по переменной «d слева»

Для оценки топографии НРК локализацию его конечной части в ментальном отделе НЧ ранжировали следующим образом: 1 — четко визуализировался до уровня центрального резца, 2 — до уровня латерального резца, 3 — до уровня клыка, 4 — до уровня первого премоляра, 0 — анастомоз с резцовым каналом противоположной стороны.

Таблица 19

Локализация конечного отдела нижнечелюстного резцового канала

Ранги переменной	Медиана (Me)	Квартиль 1 (Q_1)	Квартиль 3 (Q_3)
2	2,40	1,70	2,40
3	2,30	1,90	2,60
1	2,30	1,95	2,75
4	2,05	1,70	2,50
0	2,10	1,50	3,70

По результатам описательного анализа чаще всего концевой отдел НРК находился на уровне латерального резца (Me=2,4, Q_1=1,7, Q_3 =2,4), клыка (Me=2,3, Q_1=1,9, Q_3 =2,6) или центрального резца (Me=2,3, Q_1=1,95, Q_3 =2,75), реже в проекции первого премоляра (Me=2,05, Q_1=1,7, Q_3 =2,5) или имел место анастомоз с резцовым каналом с противоположной стороны (Me=2,10, Q_1=1,5, Q_3 =3,7).

Результаты наблюдений обобщены в таблице 19.

Таблица 20

Локализация концевого отдела нижнечелюстного резцового канала справа и слева

Критерий Краскела-Уоллиса: H (3, N= 43) =2,866829, p =0,4126						
Код переменной	N	Сумма - Рангов	Среднее - Ранг	N	Сумма - Рангов	Среднее - Ранг
Справа			Слева			
0	3	55,5	18,5	3	62,0	20,67
1	0	0	0	4	94,5	23,63
2	16	345,5	21,59	7	138,0	19,71
3	13	246,5	18,96	21	462,0	22,00
4	11	298,5	27,13	8	0	0

Сравнение групп по локализации концевого отдела НРК проводили с использованием рангового дисперсионного анализа по критерию Краскела-Уоллиса. Результаты анализа представлены в таблице 20.

Итоговые данные подтвердили ранее полученные результаты в описательной статистике о том, что наиболее часто НРК заканчивался на уровне латерального резца (16 наблюдений справа) или клыка (13 наблюдений справа и 21 наблюдение слева), реже — на уровне первого премоляра (11 и 8 наблюдений соответственно) и центрального резца (4 наблюдения). В 3 случаях из 43 выявляли анастомоз резцовых каналов с обеих сторон. Однако при сравнении групп по критерию Краскела-Уоллиса значимых различий не выявлено ($p>0,05$). На основании полученных результатов можно рекомендовать с особой осторожностью формировать ложе для имплантата в подбородочном отделе НЧ на уровне боковых резцов и клыков, поскольку именно в этих зонах наиболее часто возможно повреждение НРК.

3.2.2 Зона поднутрения нижней челюсти

Для уточнения лучевой картины и морфометрической оценки язычных поднутрений НЧ был проведен анализ данных КЛКТ исследований 50 пациентов (n=50), 18 мужчин (n=18, 35,4%) и 32 женщины (n=32, 64,6%). Поднижнечелюстные ямки или ямки поднижнечелюстной слюнной железы выявляли на поперечных срезах тела НЧ в опции мультипланарной реконструкции и кроссекционных реформатах в виде вдавлений с язычной стороны НЧ ниже челюстно-подъязычной линии.

Для оценки выраженности и морфологии язычных поднутрений выполнены измерения глубины и угла поднутрений, а также расстояний от НЧ канала до альвеолярного гребня и до нижнего края НЧ. Последние 2 параметра приняты во внимание ввиду имеющейся в литературе информации о связи между положением НЧ канала и степенью выраженности поднижнечелюстных ямок. Результаты исследования приведены в таблице 21.

По результатам проведенного анализа глубина ЗПНЧ в среднем составила от 0,95мм (Q_1=0,75мм, Q_3=1,35мм) до 1,45мм (Q_1=0,95мм, Q_3=2,2мм), угол поднутрения — от 144,2° (Q_1=135,5°, Q_3=152,45°) до 153,9° (Q_1=146,45°, Q_3=161,75°). Значения расстояния от НЧ канала до нижнего края НЧ колебались от 7,25 до 8,05мм (Q_1=6,85мм, Q_3=9,35мм). Расстояние от НЧ канала до альвеолярного края изменялась от 12,50мм (Q_1=11,4мм, Q_3=16мм) до 12,75мм (Q_1=10,1мм, Q_3=16,1мм).

Таблица 21

Результаты радиоморфометрии зоны поднутрения нижней челюсти справа и слева на уровне молярных челюстных сегментов

	N набл.	Среднее (M)	Ст. откл. (σ)	Медиана (Me)	Квартиль 1 (Q_1)	Квартиль 3 (Q_3)
Глубина 3.6	50	1,04	0,639	0,95	0,65	1,35
Глубина 3.7	50	1,48	0,708	1,40	1,00	2,00
Глубина 4.6	50	1,11	0,662	1,10	0,55	1,50
Глубина 4.7	50	1,57	0,700	1,45	0,95	2,20
Угол 3.6	50	153,23	10,313	153,90	146,45	161,75
Угол 3.7	50	146,91	14,255	148,40	136,20	157,70
Угол 4.6	50	149,49	11,360	149,05	141,60	158,00
Угол 4.7	50	144,67	12,919	144,20	135,50	152,45
S от НЧ канала до края НЧ – 3.6	50	7,92	1,718	7,25	6,80	9,10
S от НЧ канала до края НЧ – 3.7	50	7,60	1,608	7,25	6,55	8,35
S от НЧ канала до края НЧ – 4.6	50	8,13	1,662	8,05	6,85	9,35
S от НЧ канала до края НЧ – 4.7	50	7,56	1,707	7,25	6,55	8,40
S от НЧ канала до альв.гребня – 3.6	50	13,16	3,471	12,50	11,40	16,00
S от НЧ канала до альв.гребня – 3.7	50	12,79	3,518	12,55	10,60	15,50
S от НЧ канала до альв.гребня – 4.6	50	12,90	3,591	12,55	10,95	15,80
S от НЧ канала до альв.гребня – 4.7	50	12,58	3,858	12,75	10,10	16,10

Для изучения силы и направления взаимосвязи между переменными использовался непараметрический ранговый корреляционный анализ Спирмена (таблица 22).

Анализ выбранных критериев выявил прямую корреляционную связь средней силы между глубиной язычного поднутрения и удаленностью НЧ канала от альвеолярного гребня (r=0,35), что не противоречит литературным данным.

Таблица 22

Анализ корреляционной зависимости между переменными «глубина зоны поднутрения нижней челюсти», «угол зоны поднутрения нижней челюсти», расстояния до нижнечелюстного канала

Ранговые корреляции Спирмена (r)								
Переменные – левая сторона	Глубина 3.6	Угол 3.6	Глубина 3.7	Угол 3.7	S от НЧ канала до края НЧ – 3.6	S от НЧ канала до альв.гребня – 3.6	S от НЧ канала до края НЧ – 3.7	S от НЧ канала до альв.гребня – 3.7
Глубина 3.6	-	0,06	-	-	0,10	0,10	-	-
Угол 3.6	0,06	-	-	-	0,16	0,13	-	-
Глубина 3.7	-	-	-	0,06				0,35*
Угол 3.7	-	-	0,06	-	-	-	0,08	0,15
S от НЧ канала до края НЧ – 3.6	-0,03	0,16				0,13		
S от НЧ канала до альв.гребня – 3.6	0,10	0,13	-	-	0,13	-	-	-
S от НЧ канала до края НЧ – 3.7	-	-	-0,05	0,08	-	-	-	-0,02
S от НЧ канала до альв.гребня – 3.7	-	-	0,35*	0,15	-	-	-0,02	-
Переменные – правая сторона	Глубина 4.6	Угол 4.6	Глубина 4.7	Угол 4.7	S от НЧ канала до края НЧ – 4.6	S от НЧ канала до альв.гребня – 4.6	S от НЧ канала до края НЧ – 4.7	S от НЧ канала до альв.гребня – 4.7
Глубина 4.6	-	-0,21	-	-	-0,11	0,21	-	-
Угол 4.6	-0,21	-	-	-	0,08	025	-	-
Глубина 4.7	-	-	-	-0,16	-	-	-0,01	0,19
Угол 4.7	-	-	-0,16	-	-	-	-0,02	0,24
S от НЧ канала до края НЧ – 4.6	-0,11	0,08	-	-	-	-0,00	-	-
S от НЧ канала до альв.гребня – 4.6	0,21	0,25	-	-	-0,00	-	-	-
S от НЧ канала до края НЧ – 4.7	-	-	-0,01	-0,02	-	-	-	-0,01
S от НЧ канала до альв.гребня – 4.7	-	-	0,19	0,24	-	-	0,01	-

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

В остальных случаях достоверных корреляций между переменными не отмечено, поскольку уровень значимости p>0,05.

Изучены корреляционные связи возраста и пола с глубиной и углом язычных поднутрений. Результаты анализа приведены в таблицах 23, 24.

Таблица 23

Анализ корреляционной зависимости между переменными «возраст», «глубина зоны поднутрения нижней челюсти» и «угол зоны поднутрения нижней челюсти»

Анализируемые переменные (мужчины+женщины)	Число набл.	Коэффициент корреляции Спирмена (r)	p
Возраст & Глубина 3.6	50	-0,283	0,051
Возраст & Глубина 3.7	50	-0,310*	0,032*
Возраст & Глубина 4.6	50	-0,25	0,084
Возраст & Глубина 4.7	50	-0,27	0,062
Возраст & Угол 3.6	50	0,06	0,697
Возраст & Угол 3.7	50	0,11	0,448
Возраст & Угол 4.6	50	0,01	0,923
Возраст & Угол 4.7	50	0,29*	0,043*

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при p<0,05

На основании результатов корреляционного анализа определена обратная зависимость слабой силы между возрастом и глубиной поднижнечелюстной ямки (r= –0,31) и прямая слабая взаимосвязь возраста и угла поднутрения (r=0,29) в проекции 3.7 и 4.7 челюстных сегментов в общей выборке «мужчины+женщины» (таблица 23).

При оценке этих же групп переменных отдельно у женщин и мужчин отрицательная зависимость возраста и глубины ЗПНЧ у женщин была более выражена (от r= –0,4 до r= –0,52). Прямая взаимозависимость возраста и угла ЗПНЧ у мужчин на уровне 4.7 челюстного сегмента также показала большую силу, чем в общей группе (r=0,50) (таблица 24). Не отмечены достоверные корреляции возраста с глубиной ЗПНЧ у мужчин и возраста с углом поднутрения у женщин.

При оценке различий глубины и угла язычных поднутрений в зависимости от пола по U-критерию Манна-Уитни выявлены достоверные различия по глубине ЗПНЧ на уровне 4.6 челюстного сегмента (таблица 25).

Таблица 24

Анализ корреляционной зависимости между переменными «возраст», «глубина зоны поднутрения нижней челюсти» и «угол зоны поднутрения нижней челюсти» у мужчин и женщин

Анализируемые переменные	Пол	Число - набл.	Коэффициент корреляции Спирмена (r)	p
Возраст & Глубина 3.6	ж	32	-0,40*	0,025*
Возраст & Глубина 3.7	ж	32	-0,52*	0,003*
Возраст & Глубина 4.6	ж	32	-0,46*	0,010*
Возраст & Глубина 4.7	ж	32	-0,50*	0,004*
Возраст & Угол 3.6	ж	32	0,11	0,541
Возраст & Угол 3.7	ж	32	0,04	0,831
Возраст & Угол 4.6	ж	32	0,03	0,861
Возраст & Угол 4.7	ж	32	0,16	0,386
Возраст & Глубина 3.6	м	18	0,05	0,845
Возраст & Глубина 3.7	м	18	0,19	0,454
Возраст & Глубина 4.6	м	18	0,29	0,254
Возраст & Глубина 4.7	м	18	0,19	0,474
Возраст & Угол 3.6	м	18	-0,10	0,697
Возраст & Угол 3.7	м	18	0,23	0,373
Возраст & Угол 4.6	м	18	-0,06	0,822
Возраст & Угол 4.7	м	18	0,50*	0,041*

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Таблица 25

Анализ различий переменных «глубина зоны поднутрения нижней челюсти» и «угол зоны поднутрения нижней челюсти» в зависимости от пола

Переменные	Женщины			Мужчины			p-уровень
	Медиана (Me)	Q_1	Q_3	Медиана (Me)	Q_1	Q_3	
Глубина 3.6	1,0	0,6	1,3	0,8	0,7	1,4	0,635
Глубина 3.7	1,4	1,0	1,9	1,5	1,0	2,0	0,561
Глубина 4.6	1,2	0,8	1,8	1,0	0,5	1,2	0,048*
Глубина 4.7	1,4	0,9	2,2	1,5	1,0	2,2	0,991
Угол 3.6	150,1	142,5	161,7	155,8	148,7	161,8	0,211
Угол 3.7	144,2	135,5	158,8	148,8	146,3	156,6	0,311
Угол 4.6	148,8	140,0	158,0	149,3	142,5	155,8	0,755
Угол 4.7	143,4	135,6	151,5	145,0	135,4	153,0	0,755

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при $p<0,05$

Таким образом, исследование показало, что с возрастом глубина язычного поднутрения уменьшается, а угол в некоторых случая может увеличиваться. Эти изменения морфологии дистальных отделов НЧ с большой степенью вероятности связаны с дисфункциональной атрофией альвеолярной части, перестройкой околочелюстных мягких тканей, включая мышечный аппарат, при потере зубов, которая усугубляется у людей старшего поколения.

Различия глубины и угла ЗПНЧ по полу выражены незначительно, зафиксированы только по глубине язычного поднутрения на уровне 4.6 челюстного сегмента.

3.3 Оценка информативности конусно-лучевой компьютерной томографии для визуализации анатомических особенностей челюстей

Для оценки информативности КЛКТ в визуализации изучаемых анатомических структур на верхней и нижней челюстях был проведен анализ частоты визуализации canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, язычных поднутрений и нижнечелюстного резцового канала на томограммах и реконструктивных снимках.

С целью изучения частоты визуализации CS применили предложенную ранее в подглаве 3.1.1 балльную систему и рассчитали количество пациентов, у которых канал прослеживался со степенью четкости от 1 до 3 баллов. При 0 баллов CS не визуализировался.

При анализе canalis sinuosus по данным КЛКТ в I группе наблюдения, подгруппе CS (n=30) частоты визуализации структуры составила 60%. Канал на компьютерных томограммах определялся у 30 пациентов из 50. У 1 пациента CS не наблюдали с обеих сторон.

CS визуализировали с обеих сторон у 11 пациентов (22 канала – 32,2%), справа – у 10 пациентов (10 каналов – 14,6%), слева – у 9 пациентов (9 каналов – 13,2%) (таблица 26).

Таблица 26

Частота визуализации canalis sinuosus по данным конусно-лучевой компьютерной томографии

	N набл.	Количество пациентов	Количество визуализируемых CS	%
Справа	50	10	10	14,6
Слева	50	9	9	13,2
Обе стороны	50	11	22	32,2
Итого	50	**30**	41	**60**

При изучении альвеоло-антральных артерий (I группа, подгруппа ААА, n=50) структуры визуализировали у 38 пациентов из 50 (76%). Из них у 23 пациентов (34,2%) ААА прослеживалась только справа, у 2 пациентов (5,3%) — только слева и у 23 пациентов (60,5%) с обеих сторон. У 12 человек (n=50, 24%) ААА выявить не удалось. Результаты обобщены в таблице 27.

При анализе частоты визуализации ААА у пациентов по полу и возрасту значимые различия получены в выборке по возрасту (p=0,03). ААА прослеживалась у лиц старше 60 лет в 89,6%, младше 60 лет — в 57,1%. В выборках по полу статистически достоверных различий не выявлено (p=0,9) (таблица 28).

Таблица 27

Частота визуализации альвеоло-антральной артерии по данным конусно-лучевой компьютерной томографии

	N набл.	Количество пациентов	Количество визуализируемых ААА	%
Справа	50	13	13	34,2
Слева	50	2	2	5,3
Обе стороны	50	23	46	60,5
Итого	50	**38**	**61**	**76**

Таблица 28

Частота визуализации альвеоло-антральной артерии на конусно-лучевой компьютерной томографии в зависимости от пола и возраста

Пол/возраст	N набл.	Справа	Слева	Обе стороны	ААА не визуализ.	%	p
Мужской	22	6	2	9	5	77,3	0,9
Женский	28	7	0	14	7	75	
Итого	**50**	13	2	23	12	**76**	
≤ 60 лет	21	2	0	10	9	57,1	0,03*
> 60 лет	29	11	2	13	3	89,6	
Итого	**50**	13	2	23	10	**76**	

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при p<0,05

Информативность КЛКТ в отношении нижнечелюстного резцового канала изучали на основе оценки выявляемости структуры на томографических срезах во II группе пациентов, подгруппе НРК (n=50). Частота визуализации НРК составила 86% (у 43 пациента из 50). Канал в большинстве случаев прослеживался с обеих сторон (40 пациентов, 80 каналов — 82,9%), крайне редко — только с одной стороны (3 пациента, 3 канала — 3,1%) (таблица 29).

Анализ частоты визуализации НРК у лиц разного пола и возраста с правой, левой или обеих сторон значимых различий не выявил. Результаты анализа представлены в таблице 30.

Таблица 29

Частота визуализации нижнечелюстного резцового канала по данным конусно-лучевой компьютерной томографии

	N набл.	Количество пациентов	Количество визуализируемых НРК	%
Справа	50	2	2	2,1
Слева	50	1	1	1
Обе стороны	50	40	80	82,9
Итого	50	**43**	83	**86**

Таблица 30

Частота визуализации нижнечелюстного резцового канала на конусно-лучевой компьютерной томографии в зависимости от пола и возраста

Пол/возраст	N набл.	Справа	Слева	Обе стороны	НРК не визуализ.	%	p
Мужской	18	1	1	13	3	83,3	0,1
Женский	32	1	0	27	4	87,5	
Итого	**50**	2	1	40	7	**86**	
≤ 60 лет	19	1	0	16	2	89,5	0,1
> 60 лет	31	1	1	24	5	83,9	
Итого	**50**	2	1	40	7	**86**	

Примечание. * - наличие достоверной корреляции при p<0,05

Проведенный анализ показал высокую информативность конусно-лучевой компьютерной томографии в отношении «малых» анатомических структур. Однако стоит отметить, что CS и AAA визуализируются на томограммах в меньшей степени в отличие от НРК и ЗПНЧ (60% и 76% в сравнении с 86% и 100%). Это необходимо учитывать при планировании дентальной имплантации и знать принципы профилактики во избежание повреждения этих структур.

3.4 Сравнительный анализ диагностической эффективности конусно-лучевой компьютерной томографии и ортопантомографии в выявлении анатомических факторов риска

Для сравнения диагностической эффективности примененных методов лучевой диагностики оценивали их информативность, т.е. способность выявить заболевание или визуализировать индивидуальные особенности анатомических структур с референтными или эталонными методами. Такими инструментами могут быть данные патоморфологического исследования, другого лабораторного метода или другого метода лучевой диагностики. В нашем исследовании референтным методом для панорамной зонографии (ОПТГ) была выбрана конусно-лучевая КТ, которая показала высокую информативность в отображении изучаемых анатомических структур и позволяла получить их четкую визуализацию на томограммах и реконструктивных изображениях.

Для анализа информативности диагностических методов исследования применяют операционные характеристики, такие как чувствительность, специфичность, точность, прогностичность положительного или отрицательного результата.

Для расчета операционных характеристик панорамной зонографии челюстей (ОПТГ) были изучены 50 ортопантомограмм на предмет визуализации исследуемых анатомических образований, а именно canalis sinuosus и каналов альвеоло-антральных артерий на ВЧ и нижнечелюстных резцовых каналов на НЧ. Язычные поднутрения НЧ на панорамных снимках не отображаются, поскольку суммируются с тенью НЧ.

Оценку частоты визуализации проводили по балльной системе с правой и левой сторон: 0 баллов — структура не визуализируется; 1 балл — структура прослеживается. Результаты представлены в таблицах 31, 32.

Таблица 31

Оценка частоты визуализации анатомических структур на верхней челюсти

Баллы	CS				Всего	AAA				Всего
	справа		слева			справа		слева		
	Абс.	%	Абс.	%		Абс.	%	Абс.	%	
0	45	90	47	94	92	49	98	48	96	97
1	5	10	3	6	8	1	2	2	4	3
Итого	50	100	50	100	100	50	100	50	100	100

Полученные данные свидетельствуют о низкой информативности ОПТГ в выявлении интересующих анатомических образований. Так, CS отображались на снимках только в 8 случаях (6%), AAA — в 3 случаях (4%) из 50 наблюдений, НРК — 22 случаях из 49 наблюдений (24,5%).

Таблица 32

Оценка частоты визуализации анатомических структур на нижней челюсти

Баллы	НРК				Всего
	справа		слева		
	Абс.	%	Абс.	%	
0	39	79,6	37	75,5	76
1	10	20,4	12	24,5	22
Итого	49	100	49	100	98

Представленные результаты анализа ОПТГ интерпретировали как «истинно положительные» при оценке 1 балл и «ложно отрицательные» при 0 баллов, так как в случаях как выявления структуры, так и ее невидимости на ОПТГ, она всегда будет присутствовать на КЛКТ изображениях. Поскольку «истинно отрицательных» и «ложноположительных» случаев не отмечали, оценили чувствительность метода, которая совпадала с точностью и прогностичностью положительного результата.

Представленные результаты анализа ОПТГ интерпретировали как «истинно положительные» при оценке 1 балл и «ложно отрицательные» при 0 баллов, так как в случаях как выявления структуры, так и ее невидимости на ОПТГ, она всегда будет присутствовать на КЛКТ изображениях. Поскольку «истинно отрицательных» и «ложноположительных» случаев не отмечали, оценили чувствительность метода, которая совпадала с точностью и прогностичностью положительного результата.

Таблица 33

Сравнение четкости визуализации анатомических структур
на конусно-лучевой компьютерной томографии и ортопантомографии

Структуры	Частота визуализации на КЛКТ (%)	Частота визуализации на ОПТГ (%)	Чувствительность ОПТГ **Se (%)**
Canalis sinuosus	60	6	**10**
Альвеоло-антральная артерия	76	4	**2**
Зона поднутрения нижней челюсти	100	0	**0**
Нижнечелюстной резцовый канал	86	24,5	**20,4**

Чувствительность ОПТГ относительно конусно-лучевой компьютерной томографии оказались равными 10% для CS, 2% для ААА и 20,4% для НРК. Результаты сравнения четкости визуализации и расчета чувствительности метода обобщены в таблице 33.

Таким образом, диагностическая эффективность ортопантомографии для оценки визуализации, топографии, индивидуальных особенностей исследуемых анатомических структур в сравнении с конусно-лучевой компьютерной томографией крайне низка, что подтверждает данные мировой научной медицинской литературы. В связи с этим КЛКТ является наилучшим инструментом лучевого обследования для предоперационной подготовки и планирования дентальной имплантации, обладая всеми преимуществами трехмерной визуализации при малой дозе облучения.

3.5 Алгоритм планирования дентальной имплантации с учетом анатомических особенностей различных отделов челюстей и оценка эффективности его применения в клинике

При планировании хирургического этапа дентальной имплантации необходимо строгое соблюдение регламента предоперационного обследования, включающего в себя оценку как остаточного объема, структуры костной ткани, ее морфометрических параметров, так и анатомо-топографических особенностей зон будущей имплантации. Анализ данных клинико-инструментальных исследований и результатов лучевой диагностики 100 пациентов с дефектами зубных рядов позволил разработать оптимальный алгоритм планирования дентальной имплантации на основе конусно-лучевой компьютерной томографии с учетом изученных анатомических факторов риска. Алгоритм включает 4 протокола для передних и дистальных отделов верхней и нижней челюстей (схема 2).

Схема 2. Алгоритм планирования дентальной имплантации с учетом анатомических факторов риска

3.5.1. Протокол планирования дентальной имплантации в переднем отделе верхней челюсти

Порядок работы в программе для просмотра и интерпретации КЛКТ в переднем отделе верхней челюсти предусматривает выявление, четкую визуализацию,

оценку топографии, степени выраженности анатомических структур, имеющих большое значение для дентальной имплантации. К таким образованиям традиционно относят клыковые возвышения, латеральные ямки в проекции боковых резцов ВЧ, резцовые каналы и резцовые отверстия, а также менее известные структуры, такие как исследуемые в нашей работе canalis sinuosus.

Результаты исследования выявили, что CS встречается в ВЧ в 60% случаев. В то же время литературные данные свидетельствуют о целом ряде крайне неприятных осложнений при повреждении структуры. Поэтому важно на этапе планирования дентальной имплантации определить наличие или отсутствие CS, его калибр, ход в кости челюсти, локализацию выходного отверстия на небе для оптимизации процесса сверления и формирования имплантационного ложа.

В связи с этим нами предложен следующий порядок работы с программой-просмотровщиком конусно-лучевой компьютерной томографии:

1. Выявление CS в аксиальной плоскости (рис. 19).

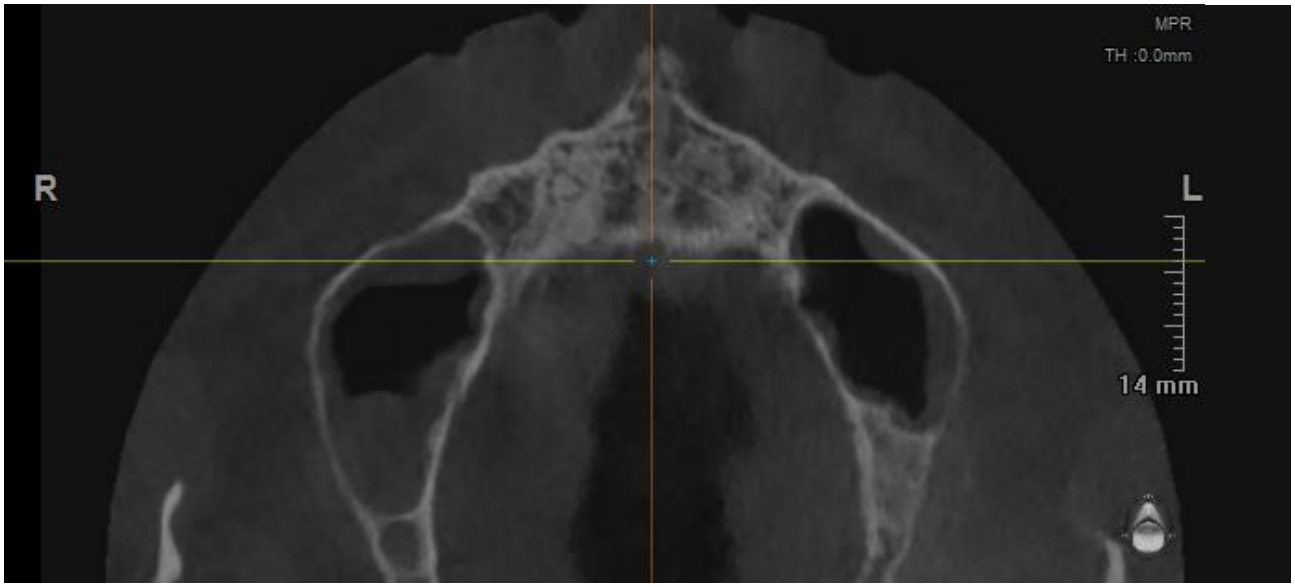


Рис. 19. КЛКТ. Аксиальный реформат верхней челюсти.

Визуализируется внутрикостный канал на верхней челюсти справа в области 1.1 зуба.

2. Позиционирование осей координат перпендикулярно альвеолярному гребню ВЧ в аксиальной проекции. В корональном и сагиттальном окнах MPR оси ориентируются соответственно ходу CS. Затем происходит оценка диаметра, протяженности и расположения CS в медио-дистальном и вестибуло-небном направлениях во всех MPR-слоях (рис. 20).

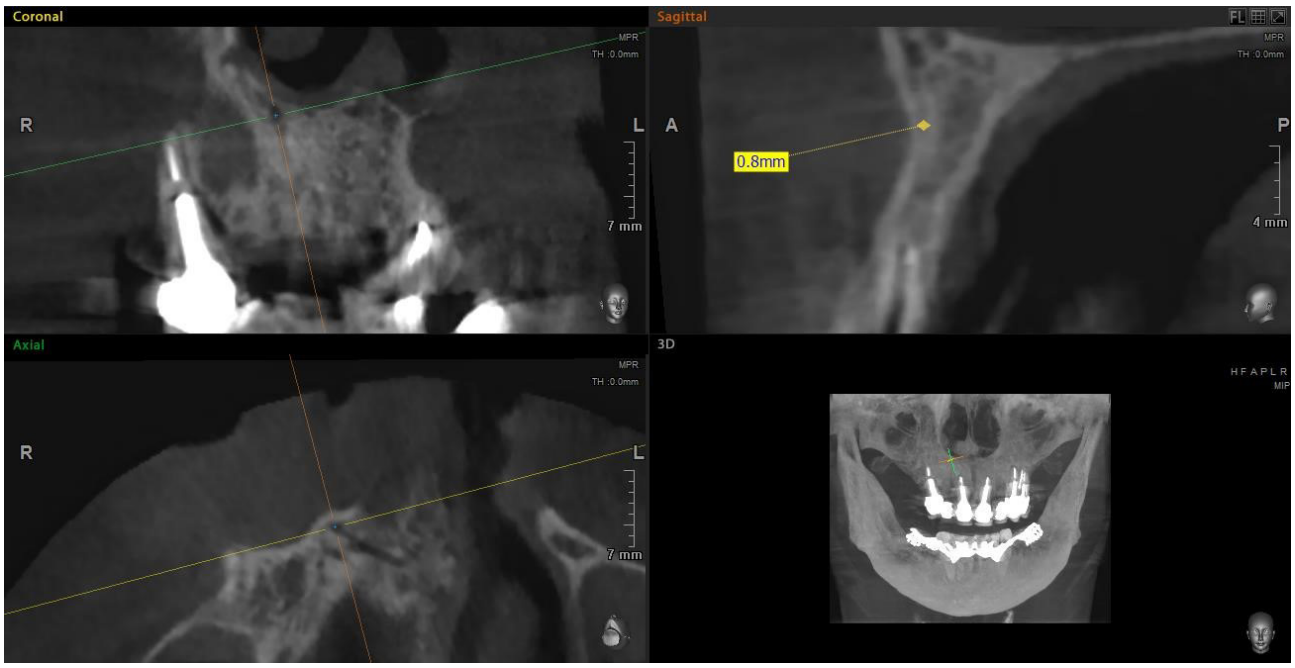


Рис. 20. КЛКТ. Мультипланарный реформат верхней челюсти.
Определяется вестибулярное расположение CS, его протяженность и диаметр для выбора оптимального положения имплантата

3. Измерения толщины и высоты альвеолярного гребня в беззубом челюстном сегменте.

4. Позиционирование виртуального имплантата с учетом полученных измерений в обход CS для предотвращения возможных осложнений. Важно оценить положение имплантата во всех плоскостях, чтобы убедиться в его внутрикостной позиции.

Данный регламент применялся в клинической практике для позиционирования имплантата с учетом расположения CS у 20 пациентов (39 имплантатов). Исходя из предложенного протокола важным этапом является 1 пункт, позволяющий визуализировать CS. Необходимо определить его диаметр и положение в вестибуло-оральном направлении для принятия решения о размещении имплантата в выбранном сегменте.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР № 1

Пациентка К., 60 лет. На основе клинико-рентгенологического обследования у пациентки выявлено частичное отсутствие зубов верхней челюсти. В плане лечения — установка двух дентальных имплантатов в области отсутствующих 1.2 и 2.2 зубов и фиксация временного мостовидного протеза. На этапе планирования в области 1.2 отсутствующего зуба на компьютерных томограммах визуализировали CS (рис. 21).

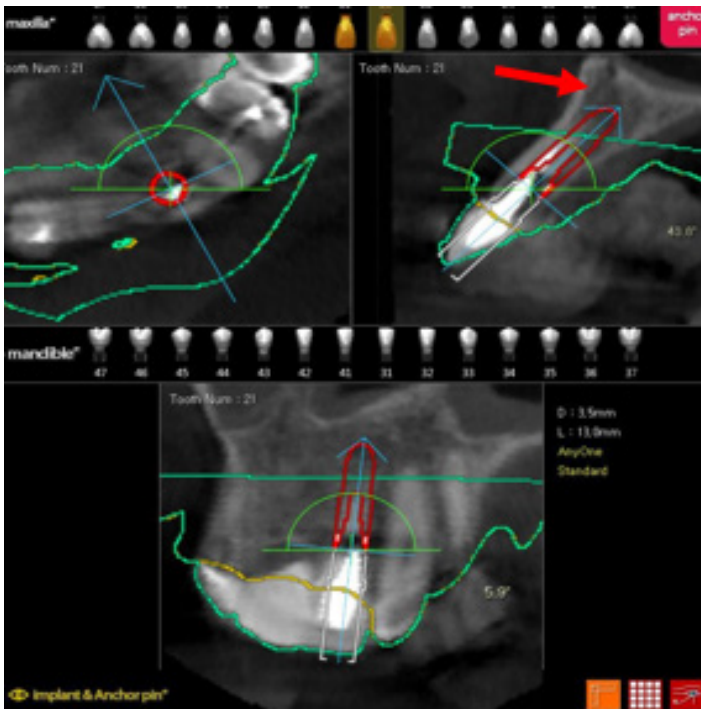


Рис. 21. Мультипланарные реформаты КЛКТ.

Стрелкой показан CS. имплантат размещен в нёбном направлении.

Для точного позиционирования имплантата был изготовлен хирургический шаблон с помощью 3D-печати. Имплантаты установлены через шаблон в области 1.2 и 2.2 отсутствующих зубов с торком 35 Н/см. Одномоментно фиксированы постоянные абатменты и временные коронки (рис. 22). Последующий рентгенологический контроль в динамике показал полную остеоинтеграцию имплантатов, без осложнений (рис 23).

Рис. 22. Фиксация временной ортопедической конструкции сразу после установки внутрикостных дентальных имплантатов

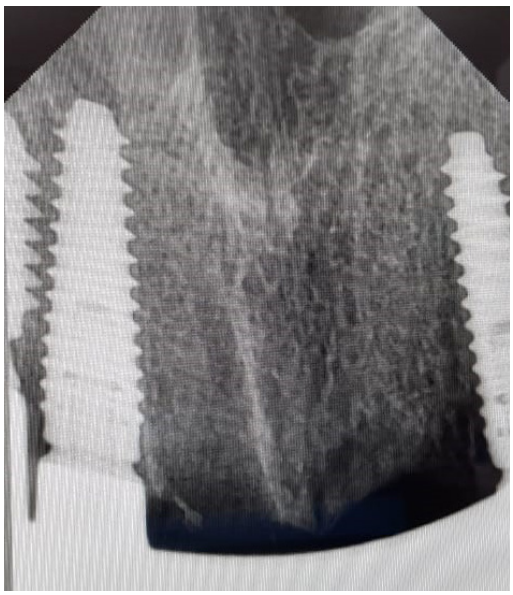


Рис. 23. Внутриротовой снимок альвеолярного отростка ВЧ в изометрической проекции для контроля положения имплантатов

Таким образом особенностью данного протокола является выявление в зоне операции CS, оценка его топографии и диаметра. Позиция дентального имплантата определяется с учетом полученных сведений.

3.5.2. Протокол планирования дентальной имплантации в дистальном отделе верхней челюсти

Основными анатомическими факторами риска при дентальной имплантации в дистальных отделах ВЧ являются верхнечелюстные пазухи, целостность которых не должна быть нарушена. Кроме того, при потере моляров и премоляров ВЧ происходит дисфункциональная атрофия альвеолярной кости, что приводит к сближению ВЧ синуса и гребня альвеолярного отростка. В связи с этим в большинстве случаев возникает необходимость в аугментации альвеолярного гребня ВЧ методами открытого или закрытого синус-лифтинга. Благодаря дизайну и структуре имплантатов, при наличии объективных условий возможно сочетать их установку с поднятием дна ВЧ пазухи. При любом виде синус-лифтинга может быть повреждена альвеоло-антральная артерия, которая локализуется вблизи или в толще латеральной стенки ВЧ пазухи, т.е. в зоне хирургического вмешательства.

Протокол планирования дентальной имплантации в молярных верхнечелюстных сегментах разработан с целью предотвращения повреждения ААА при синус-лифтинге и состоит в следующем:

1. Визуализация интересующего челюстного сегмента на аксиальном реформате, позиционирование осей координат перпендикулярно альвеолярному гребню ВЧ в аксиальной проекции (рис. 24).

2. Выявление вдавления (борозды) или прерывания костного контура латеральной стенки ВЧ синуса, которые являются рентгенологическими признаками ААА при ее внутрикостном расположении на корональном реформате (рис. 25).

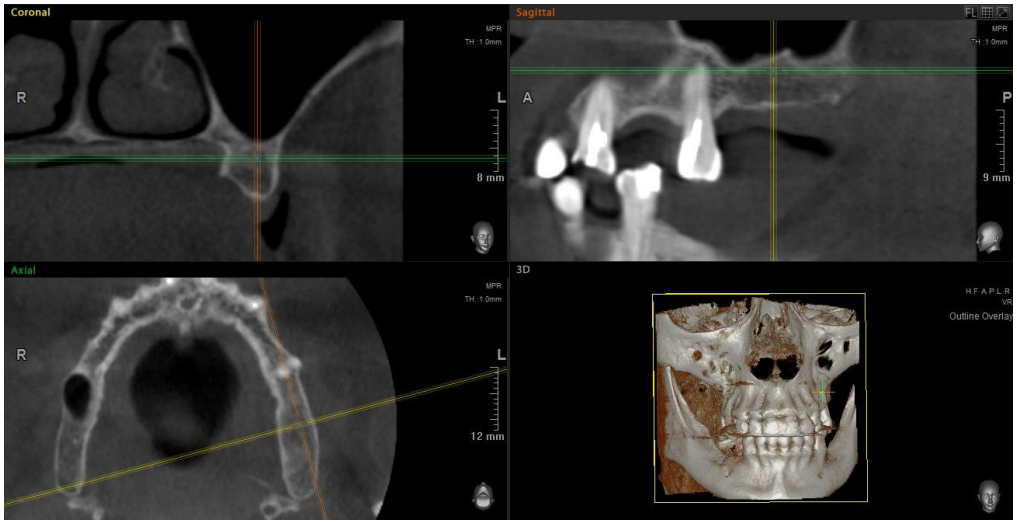


Рис. 24. КЛКТ. Мультипланарный реформат верхней челюсти. *Оси координат центрированы на области будущей имплантации.*

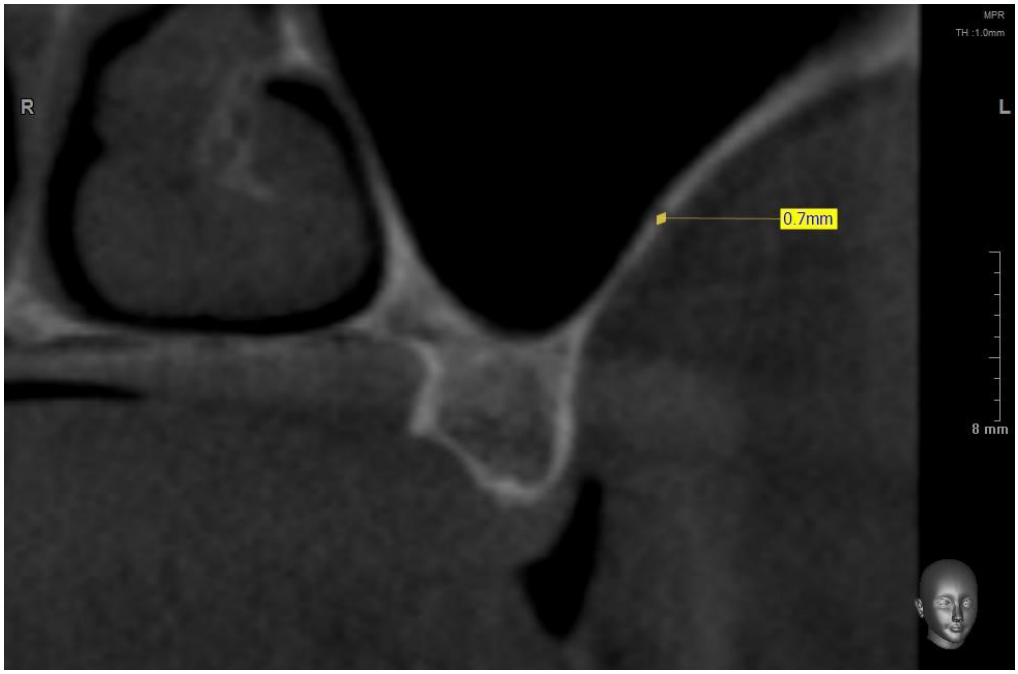


Рис. 25. КЛКТ. Корональный реформат верхней челюсти слева на уровне отсутствующего 2.7 зуба.

Определено расположение ААА и измерен диаметр внутрикостной борозды.

3. Измерения расстояний от нижней границы борозды, содержащей ААА, до дна верхнечелюстного синуса и края альвеолярного гребня в целях определения границ хирургического доступа (рис. 26).

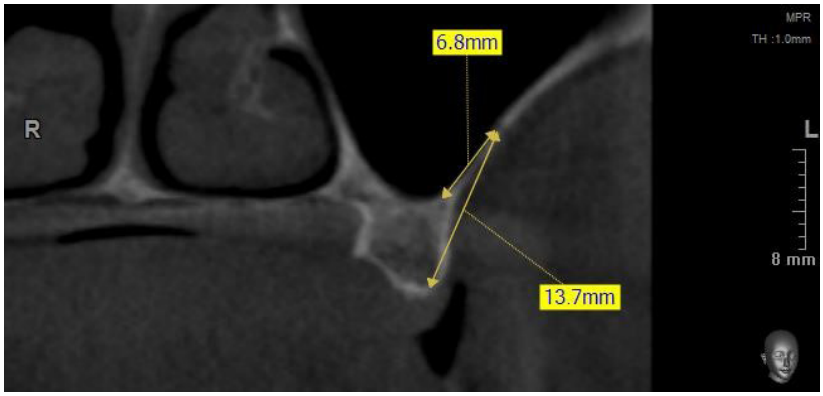


Рис. 26. КЛКТ. Корональный реформат верхней челюсти слева на уровне отсутствующего 2.7 зуба. *Линейные измерения расстояний до дна верхнечелюстного синуса и края альвеолярного гребня.*

4. Измерения толщины и высоты альвеолярного гребня в беззубом сегменте ВЧ.

5. Виртуальное позиционирование имплантата для оценки его расположения в толще костной ткани, выстояния апекса в верхнечелюстной синус, а также выбора метода аугментации (рис. 27).

Рис. 27. КЛКТ. Корональный реформат верхней челюсти слева на уровне отсутствующего 2.7 зуба. *Установлен виртуальный имплантат. Апекс имплантата выстоит в верхнечелюстную пазуху, что потребует наращивания костной ткани альвеолярного отростка. Проведены линейные измерения для интраоперационных ориентиров, чтобы не повредить ААА.*

Предложенный протокол для дистального отдела верхней челюсти применялся в лечении 30 пациентов (117 имплантата). Он учитывает не только объективные данные об объеме остаточной костной ткани, но и наличие ААА и ее основные рентгеноморфометрические параметры (расстояние до альвеолярного гребня и диаметр). Поэтому крайне важно выполнить 2 пункт протокола, так как встречаемость ААА по данным КЛКТ составляет 76%. Это позволяет корректно спланировать костно-пластические операции и дентальную имплантацию в выбранном сегменте. При отсутствии визуализации следует применять профилактические меры во время операции, чтобы предотвратить возможные осложнения.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР № 2

Пациентка Ж, 52 года. Клинический диагноз — полное отсутствие зубов на верхней челюсти. Запланированы установка шести дентальных имплантатов, в области отсутствующего зуба 1.6 имплантация одномоментно с закрытым синус-лифтингом (рис. 28), установка временных титановых абатментов и провизорной конструкции.

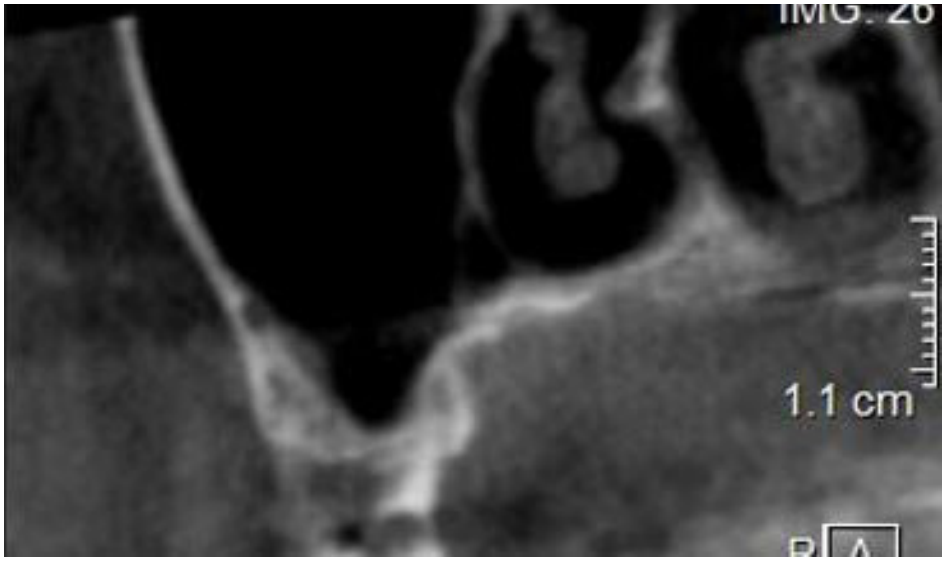


Рис. 28. КЛКТ, корональный реформат верхней челюсти справа на уровне 1.6 отсутствующего зуба. *Апекс имплантата выстоит в верхнечелюстной синус. Стрелкой указано расположение ААА*

Проведена имплантация с помощью хирургического направляющего шаблона. В области 1.6 установку имплантата сочетали с закрытым синус-лифтингом. Торк на имплантатах составил более 35 Н/см, что позволило зафиксировать временную конструкцию (рис. 29,30).

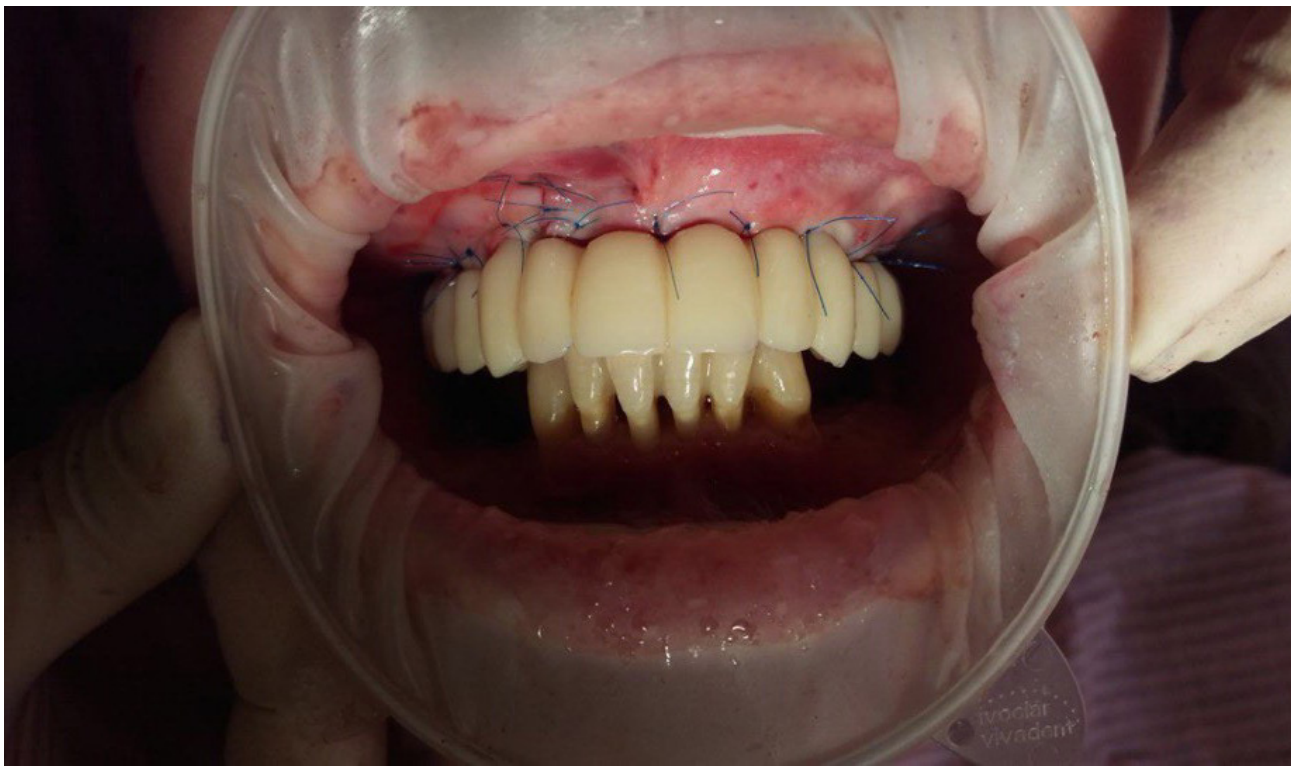


Рис. 29. Послеоперационная картина. Установка временных коронок после проведения дентальной имплантации с помощью хирургического шаблона

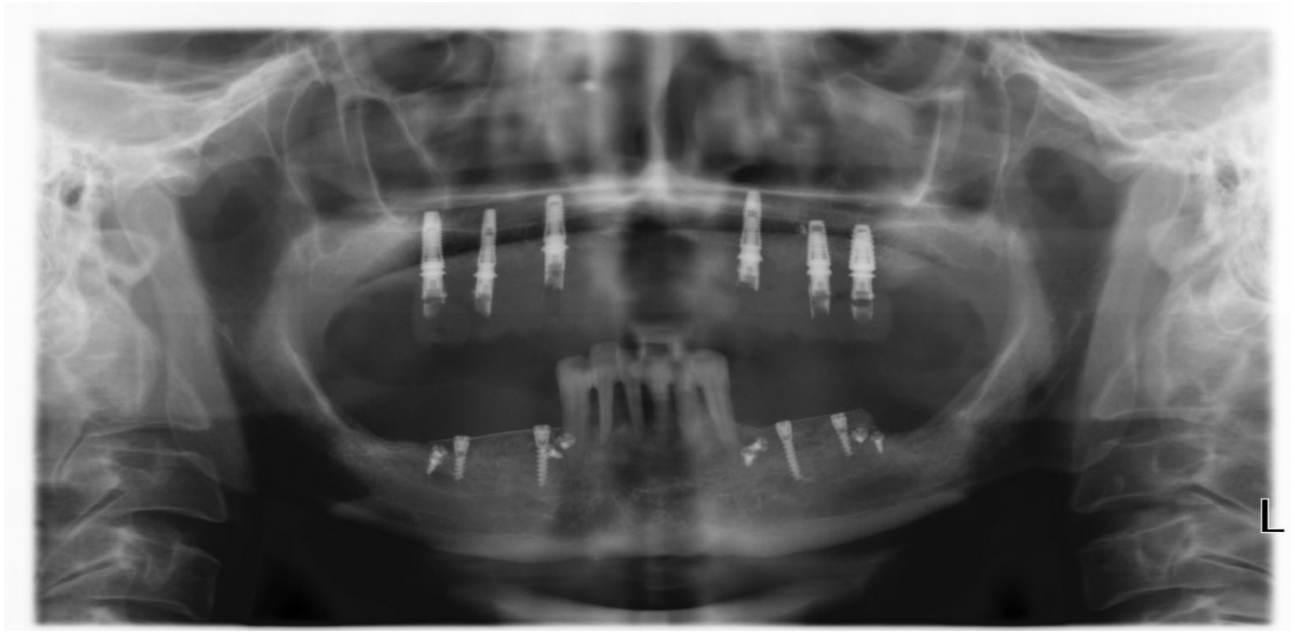


Рис. 30. ОПТГ после установки имплантатов

Послеоперационный период на протяжении двух лет протекал без осложнений. Представленный алгоритм планирования позволил избежать повреждения ААА при закрытом синус-лифтинге с одномоментной установкой имплантатов, т.к. проводился предварительный анализ ее рентгеноморфометрических параметров.

3.5.3. Протокол планирования дентальной имплантации в подбородочном отделе нижней челюсти

Резцовая внутрикостная ветвь НЧ канала является анатомическим фактором риска при формировании имплантационного ложа в ментальной части НЧ, которая не всегда принимается во внимание стоматологом хирургом. Вместе с тем, по результатам настоящего исследования, нижнечелюстной резцовый канал, который является продолжением магистрального нижнечелюстного канала в подбородочном отделе НЧ, выявляли в 86% наблюдений, что не противоречит литературным источникам. Его диаметр варьировал от 0,5мм до 3,4мм. В связи с этим визуализация НРК, оценка его топографии и протяженности необходима для безопасной установки дентального имплантата.

Исходя из вышесказанного, предложен следующий порядок планирования дентальной имплантации в подбородочном отделе:

1. Позиционирование системы координат в необходимом челюстном сегменте таким образом, чтобы одна из плоскостей была перпендикулярна альвеолярной части НЧ, а другая проходила вдоль тела челюсти на аксиальном реформате.

2. Выравнивание осей координат в корональной и сагиттальной плоскостях по вектору позиции имплантата.

3. Расширение толщины слоев для учета мезио-дистального размера коронок будущих имплантатов и зон безопасности (рис. 31).

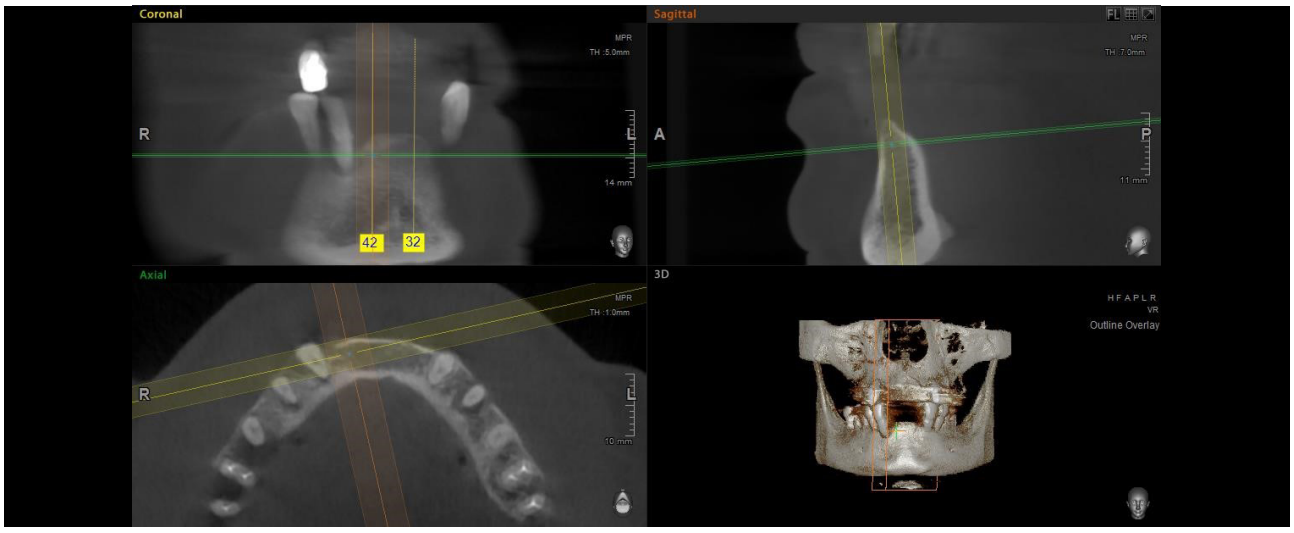


Рис. 31. КЛКТ нижней челюсти, мультипланарная реконструкция.
Расширение томографических слоев до 6-7мм. Одну из осей (на рисунке – сагиттальную) расположили под углом 90° к челюсти в 4.2 сегменте. В других окнах координатные прямые ориентировали по осям будущих имплантатов, оставляли текстовые отметки.

4. Линейные измерения толщины и высоты альвеолярной части НЧ, выявление и анализ НРК на уровнях ранее построенных косо-корональных срезов. При измерениях толщину слоя необходимо уменьшить до 1–2мм (рис. 32).

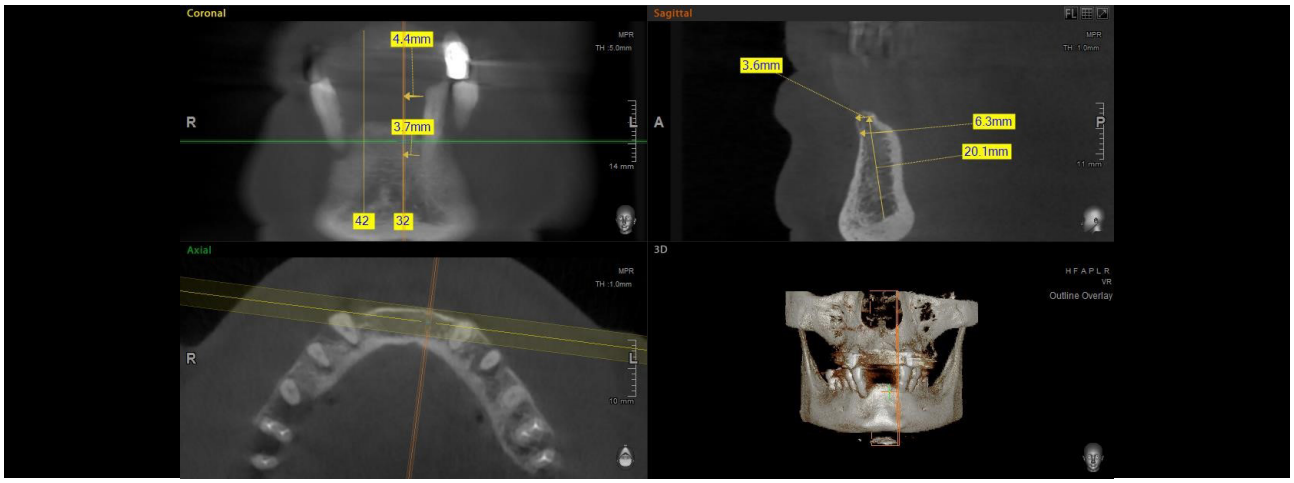


Рис. 32. КЛКТ нижней челюсти, мультипланарная реконструкция. *В корональном окне показано расстояние от зуба до центральной оси будущего имплантата. В сагиттальном окне получены параметры костной ткани для подбора типоразмера имплантата. Красной стрелкой отмечен нижнечелюстной резцовой канал, расположенный центрально в теле НЧ, диаметр 0.5 мм.*

5. Создание и размещение виртуального имплантата в соответствии с результатами ранее полученных измерений с соблюдением зоны безопасности относительно нижнечелюстного резцового канала (рис. 33).

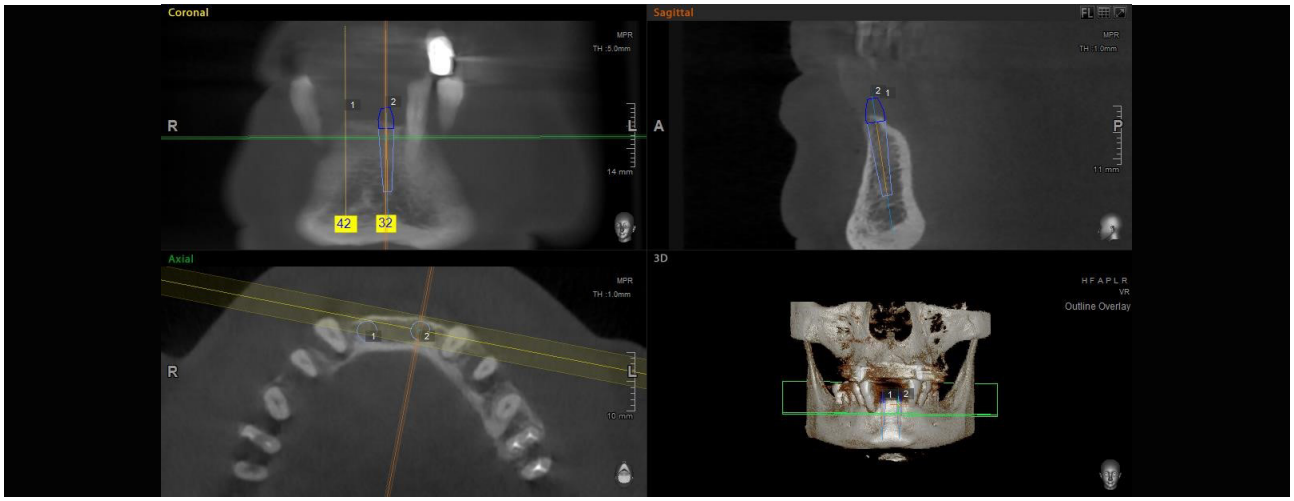


Рис. 33. КЛКТ нижней челюсти, мультипланарная реконструкция. *Установлен виртуальный имплантат с учетом положения резцового канала (отмечен красной стрелкой).*

Данный протокол применялся в лечении 25 пациентов (95 имплантатов). На наш взгляд оптимально проводить оценку НРК на 4 пункте протокола, после выставления основных осей в выбранном сегменте, что позволит спланировать дентальную имплантацию с учетом расположения, калибра и протяженности нижнечелюстного резцового канала.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР №3

Пациентка К., 71 год. При клинико-рентгенологическом обследовании было выявлено полное отсутствие зубов нижней челюсти. Пациентка не могла пользоваться съемным протезом по причине выраженной атрофии альвеолярного гребня, вследствие чего нижнеальвеолярные сосудисто-нервные пучки выходили из ментальных отверстий непосредственно под слизистой оболочкой (рис. 34). План лечения включал установку четырех дентальных имплантатов в обход подбородочных отверстий в переднем отделе нижней челюсти. После хирургического этапа изготовили балочную конструкцию с опорой на имплантаты (рис. 35).

Послеоперационный период на протяжении двух лет протекал без осложнений. Таким образом применяемый алгоритм позволил провести полноценную реабилитацию пациентки.

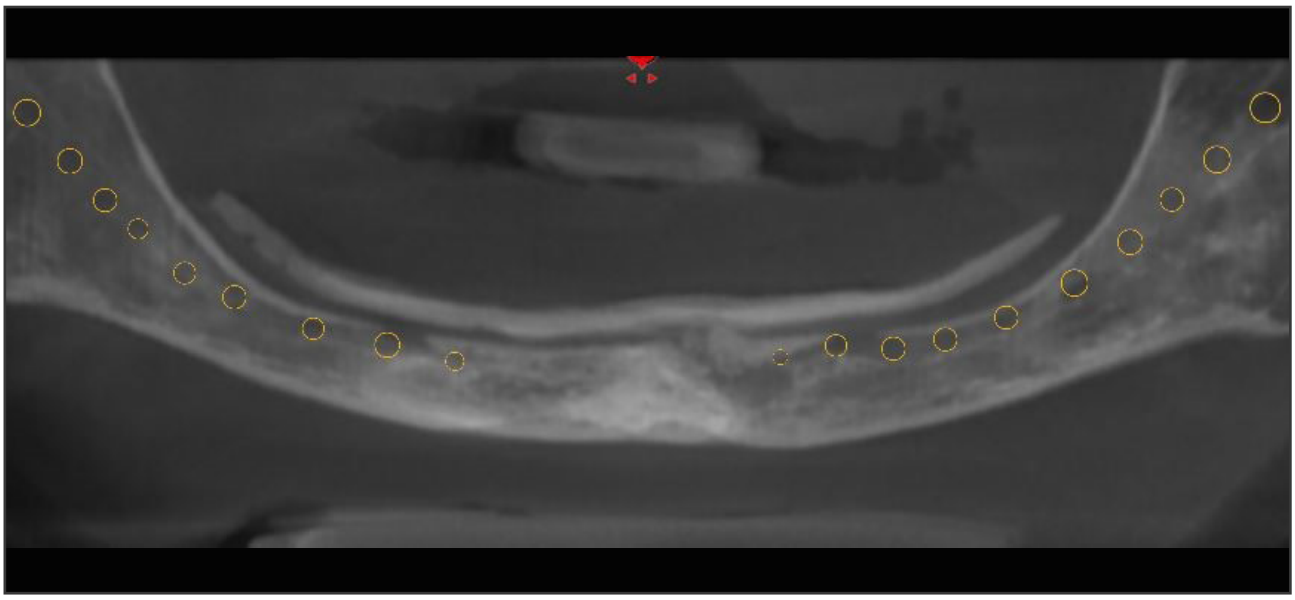


Рис. 34. КЛКТ, панорамный реформат нижней челюсти.
Определяется выраженная атрофия альвеолярной костной ткани до базальных отделов НЧ.

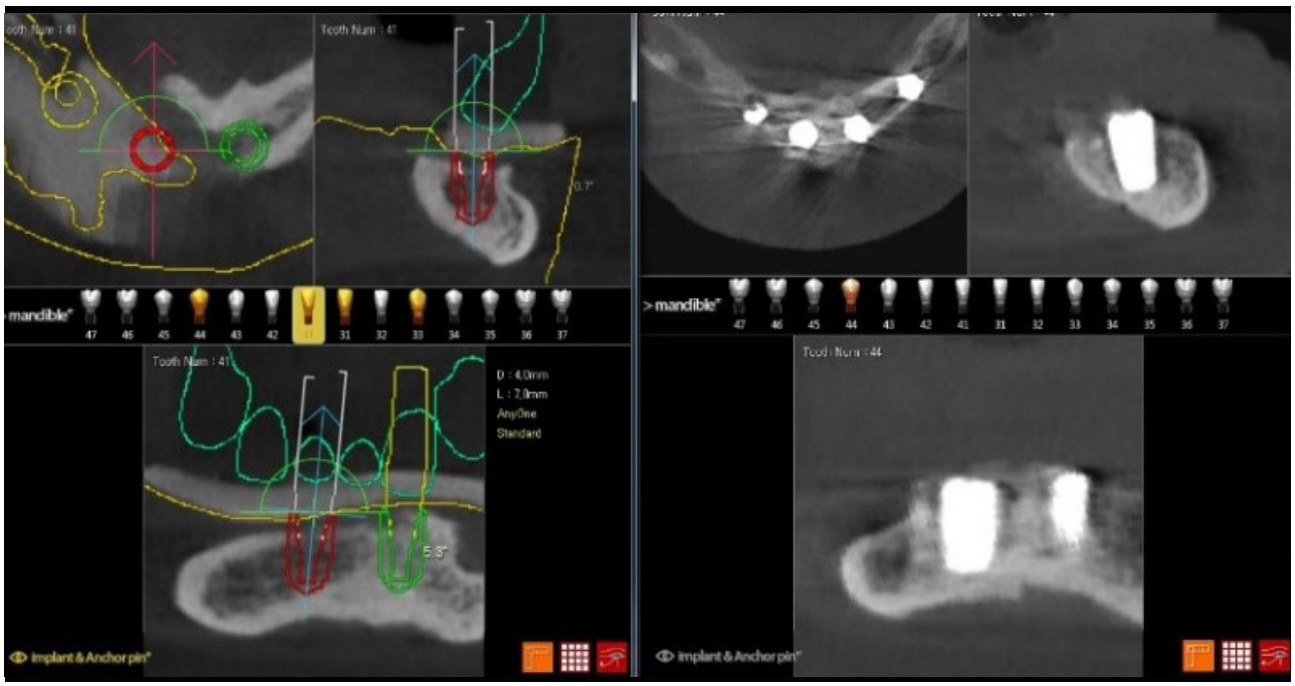


Рис. 35. КЛКТ, мультипланарная реконструкция. *Установлены виртуальные имплантаты с соблюдением зон безопасности по отношению к нижнечелюстному резцовому каналу (отмечен красной стрелкой). Справа – рентгенологический контроль позиций имплантатов, установленных с помощью хирургического шаблона.*

3.5.4. Протокол планирования дентальной имплантации в дистальном отделе нижней челюсти

В дистальных отделах нижней челюсти факторами риска, наряду с нижнечелюстными каналами, могут являться и зоны язычных поднутрений, где залегают поднижнечелюстные железы и проходят крупные сосудисто-нервные пучки. Поэтому перфорация язычной кортикальной пластинки НЧ во время имплантации в зоне поднутрений может повлечь за собой осложнения в виде кровотечения, развития гематомы, подчас угрожающей жизни пациента.

Для корректного позиционирования имплантатов в дистальном отделе НЧ с хирургической и ортопедической точек зрения важно учитывать глубину поднижнечелюстных ямок, угол их кривизны относительно альвеолярной части НЧ и придерживаться границ зон безопасности по отношению к области поднутрения. С этой целью предложен протокол компьютерного планирования, оптимизированный для большинства программ-просмотровщиков КЛКТ, который позволит избежать погрешностей измерений, точно определить параметры остаточной кости и выраженность зоны поднутрения.

1. Центрация системы координат в необходимом челюстном сегменте таким образом, чтобы одна из плоскостей была перпендикулярна альвеолярной части НЧ, а другая проходила по середине альвеолярной части челюсти на аксиальном реформате.

2. Выравнивание осей координат в корональной и сагиттальной плоскостях по вектору позиции имплантата.

3. Расширение толщины слоев для учета мезио-дистального размера коронок будущих имплантатов и зон безопасности.

4. Визуализация, оценка глубины и угла язычного поднутрения на уровнях ранее построенных косо-корональных срезов.

5. Линейные измерения толщины и высоты альвеолярной части НЧ с учетом анализа ЗПНЧ (рис.36).

При измерениях толщину слоя необходимо уменьшить до 1-2мм.

6. Создание и размещение виртуального имплантата в соответствии с результатами ранее полученных измерений с учетом зоны безопасности относительно поднижнечелюстной ямки (рис. 37).

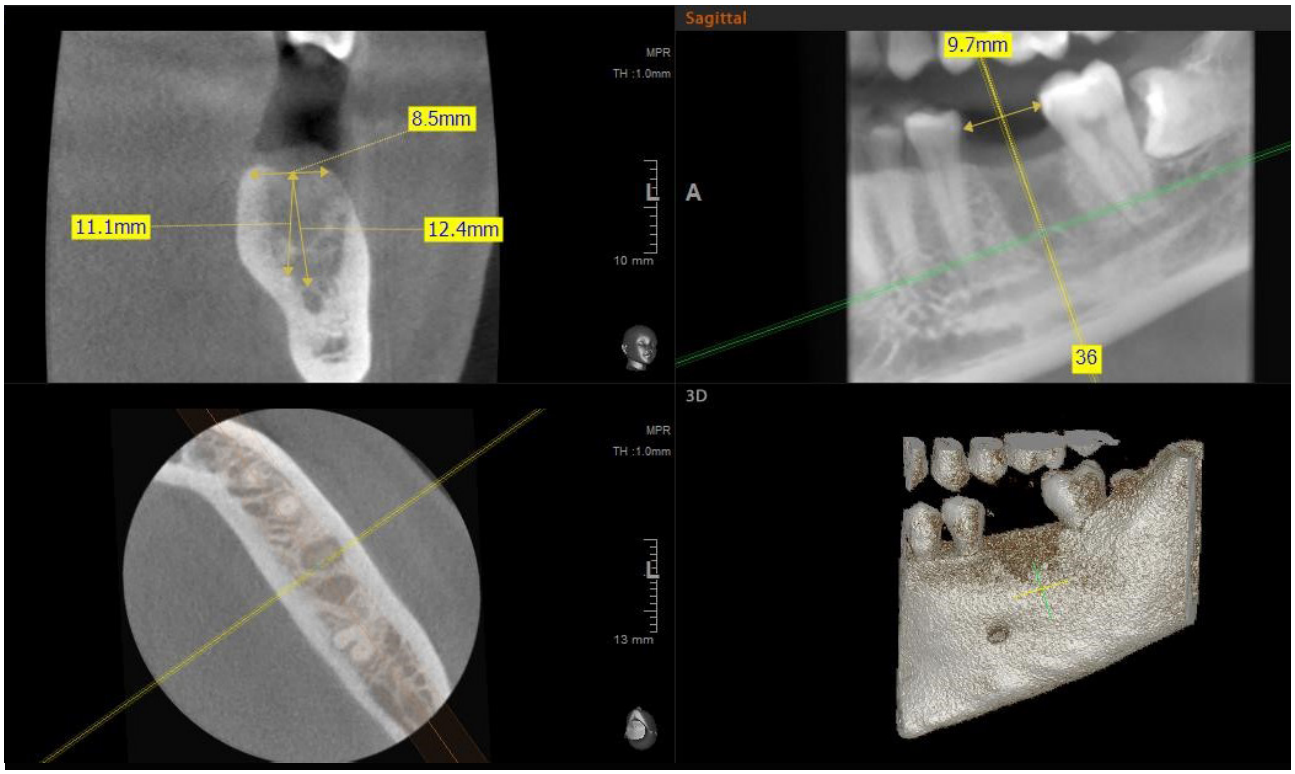


Рис. 36. КЛКТ нижней челюсти слева, мультипланарная реконструкция. *Измерения толщины, высоты альвеолярной части НЧ с учетом выраженности язычного поднутрения и расположения НЧ канала*

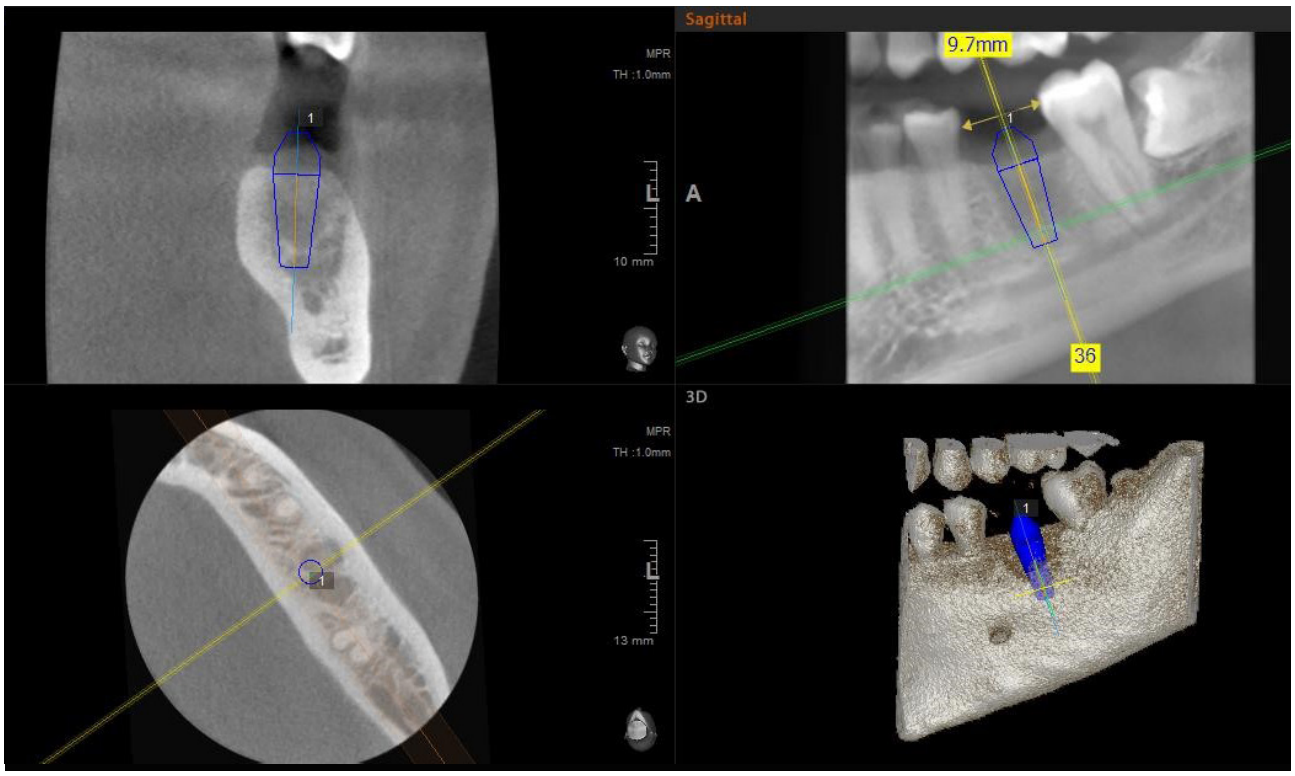


Рис. 37. КЛКТ нижней челюсти слева, мультипланарная реконструкция. *Позиционирование виртуального имплантата с учетом наклона осей координат как в корональной, так и в сагиттальной плоскостях. Необходимо просматривать корональные и аксиальные слои на всем протяжении имплантата прокруткой колесиком мыши. Это позволит убедиться, что имплантат всей своей поверхностью находится в толще костной ткани и нигде не нарушает целостность компактных стенок челюсти или не травмирует канал.*

Предложенный протокол применялся в лечении 25 пациентов (94 имплантатов). Важным составляющим являлась оценка выраженности зон поднутрения (4 пункт), что позволяло скорректировать расположение имплантата виртуально (6 пункт). Полученные сведения, в свою очередь, дали возможность определить позицию дентального имплантата и необходимость применения хирургического шаблона для точного переноса полученной информации интраоперационно.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР № 4

Пациент С., 43 лет. Диагностировано частичное отсутствие зубов нижней челюсти. В план лечения включены установка двух дентальных имплантатов в области 3.6 и 4.6 отсутствующих зубов с последующим изготовлением временных коронок (рис. 38-40).

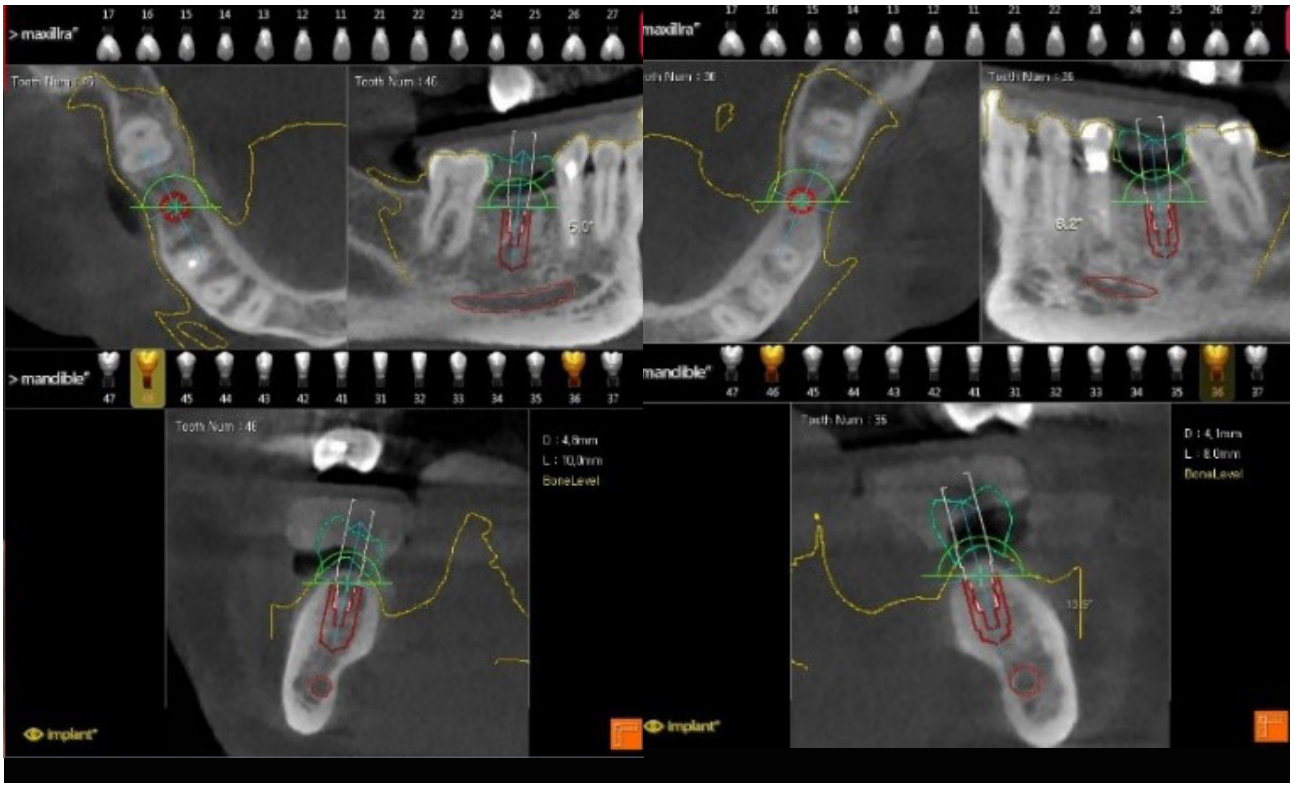


Рис 38. КЛКТ. Мультипланарная реконструкция. *Установлены виртуальные имплантаты на уровне 3.6 и 4.6 отсутствующих зубов. Имплантаты наклонены в обход участка поднутрения с язычной стороны.*

Рис. 39. Сравнение КЛКТ реформатов на уровне 3.6 и 4.6 отсутствующих зубов до и после установки имплантатов. *Целостность язычной стенки НЧ сохранена.*

Рис. 40. Фиксация временных коронок на установленные имплантаты.

Послеоперационный период на протяжении двух лет протекал без осложнений. Благодаря применению протокола удалось установить имплантаты в оптимальное ортопедическое положение, а также не нарушить целостность анатомических структур.

3.6 Оценка эффективности применения алгоритма виртуального планирования в клинике, профилактика осложнений.

Предложенный алгоритм планирования дентальной имплантации в зависимости от клинической ситуации применяли в лечении 100 пациентов в клинике «ДенталГуру» г. Москвы в период с 2016 по 2019 годы. Пациентам с частичным или полным отсутствием зубов на верхней и/или нижней челюсти было выполнено протезирование с опорой на дентальные имплантаты, установленные с помощью навигационных хирургических шаблонов. Всего за 3-х летний период наблюдений пациентам установлены 345 имплантатов, выполнена 51 операция синус-лифтинга, 197 вмешательств на НЧ путем направленной костной регенерации. Распределение пациентов и оперативных вмешательств по зонам присутствия «малых» анатомических структур показано в таблице 34.

Таблица 34

Распределение пациентов и оперативных вмешательств
по зонам присутствия «малых» анатомических структур

	В зоне CS		В зоне AAA		В зоне НРК		В зоне ЗПНЧ		Всего	
	Кол-во пациентов	Кол-во операций	Кол-во пациентов	Кол-во операций	Кол-во пациентов	Кол-во операций	Кол-во пациентов	Кол-во операций	Кол-во пациентов	Кол-во операций
Имплантация	20	39	30	117	25	95	25	94	100	345
Синус-лифт	-	-	27	51	-	-	-	-	27	51
НКР на НЧ	-	-	-	-	19	114	23	83	42	197

За время использования алгоритма не зарегистрированы осложнения, связанные со спонтанной травмой изученных анатомических структур после установки дентальных имплантатов или костно-пластических вмешательств, если на этапе планирования эта структура определялась по данным КЛКТ.

В то же время важнейшим моментом планирования имплантации являлась оценка объема кости. Поскольку дисфункциональная атрофия при потере зубов обуславливает вариабельность клинических ситуаций, необходим корректный подбор имплантата с учетом разнообразия систем и рекомендаций фирм-производителей в отношении применения их типов и размеров. В нашей работе у одного пациента при планировании имплантации по предложенному алгоритму в переднем отделе нижней челюсти имплантат позиционировали в вынужденном положении с нарушением целостности нижнечелюстного резцового канала из-за выраженного дефицита костной ткани. Важно отметить, что НРК визуализировался на КЛКТ, но при принятии решения мы опирались на то, что в литературе отсутствуют сведения о возникновении перманентной парестезии при травме этой структуры. Описаны случаи только временной потери чувствительности. Пациент был проинформирован о возможных рисках и подписаны соответствующие

документы. В послеоперационном периоде пациент пожаловался на потерю чувствительности в области имплантата, в связи с чем проходил реабилитационное лечение у невролога.

Данная клиническая ситуация, при которой послеоперационное течение было осложненным, несмотря на применение разработанного алгоритма, позволила сделать вывод о том, что важно оценить остаточный объем кости и определить локализацию и диаметр НРК по КЛКТ. Далее необходимо виртуально смоделировать возможность ангуляции имплантатов в обход этой анатомической структуры. Если полученный план лечения может быть реализован, то рекомендуется проводить операцию с помощью хирургических навигационных шаблонов для переноса виртуальной позиции имплантата интраоперационно. Именно использование навигационной хирургии вкупе с предложенным алгоритмом позволит избежать осложнений в процессе или после оперативного вмешательства.

Таким образом, применение алгоритма КЛКТ-планирования в нашем исследовании способствовало снижению количества осложнений и повышению успешности дентальной имплантации и реконструктивных остеопластических операций при обязательной визуализации анатомической структуры на КЛКТ-изображениях.

Тем не менее необходимо дальнейшее наблюдение и анализ эффективности предложенного алгоритма. Важно отметить, что поскольку конусно-лучевая компьютерная томография не всегда позволяет визуализировать canalis sinuosus (в 40%), альвеоло-антральную артерию (в 24%) и нижнечелюстной резцовый канал (в 14%), то сохраняются хирургические риски их повреждения. Зная о возможности наличия той или иной анатомической структуры в зоне будущей имплантации, даже при отсутствии ее визуализации, возможно предусмотреть мероприятия с целью профилактики осложнений, связанных с ее травмой на основе статистических значений морфометрических параметров, полученных в данном исследовании. К превентивным мерам можно отнести подготовку необходимого инструментария и медицинских препаратов для остановки кровотечений, оптимизацию протокола сверления для улучшения тактильных ощущений, использование хирургических шаблонов. Это позволит с большей вероятностью провести операцию без возникновения осложнений, вызванных повреждением «малых» анатомических структур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ортопедическое лечение пациентов с опорой на внутрикостные имплантаты является функционально и эстетически эффективным методом замещения дефектов зубных рядов или лечения полного отсутствия зубов [23]. Дентальная имплантация стала неотъемлемой частью современной стоматологии и обладает рядом преимуществ перед традиционным протезированием. Однако успешность имплантологического лечения во многом зависит от тщательного планирования и предоперационной подготовки. Для принятия решения относительно того или иного метода дентальной имплантации, помимо данных анамнеза, клинико-инструментального обследования, необходимо иметь информацию о состоянии костной ткани и особенностях индивидуальной анатомии челюстей. Источником такой информации служит рентгенологическое обследование, которое является важнейшей составляющей подготовки хирургического этапа дентальной имплантации.

На современном этапе основным методом лучевой диагностики для планирования имплантации стала конусно-лучевая компьютерная томография, поскольку обладает всеми преимуществами трехмерной визуализации, возможностью провести точные измерения при малой дозе облучения. Хорошо изучены вопросы использования КЛКТ для определения объема остаточной костной ткани, оценки состояния зон предполагаемой имплантации, анатомических факторов риска, таких как верхнечелюстные пазухи, дно полости носа, носо-небные и нижнечелюстные каналы. Но в публикациях недостаточно сведений об индивидуальных рентгеноанатомических особенностях и деталях структур челюстно-лицевой области применительно к стоматологической имплантации. На хирургическом этапе имплантации существует определенный риск повреждения, помимо традиционно учитываемых образований, еще и canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, нижнеальвеолярных нервов и их ветвей, зон поднутрений, и, как следствие, развитие связанных с ними осложнений.

Кроме того, не всегда осуществляется корректное планирование операции с помощью компьютерной томографии. Как правило, это происходит из-за отсутствия строгого алгоритма действий при оценке той или иной анатомической зоны.

Все вышесказанное отражает необходимость научного обоснования эффективности применения конусно-лучевой компьютерной томографии для анализа анатомических факторов риска верхней и нижней челюстей, уточнения их семи-

отики и топографии при подготовке к имплантологическому лечению, детализации алгоритмов виртуального планирования имплантации с учетом полученных визуальных данных и конкретной клинической ситуации.

Целью настоящего исследования стало повышение эффективности предоперационной лучевой диагностики анатомических факторов риска при планировании дентальной имплантации.

Для достижения этой цели сформулированы следующие задачи: уточнить особенности лучевой семиотики анатомических структур верхней и нижней челюстей и определить их клинически значимые морфометрические параметры на основании данных конусно-лучевой компьютерной томографии; оценить информативность конусно-лучевой компьютерной томографии для визуализации анатомических особенностей челюстей у пациентов с частичным или полным отсутствием зубов; провести сравнительный анализ диагностической эффективности конусно-лучевой компьютерной томографии и ортопантомографии в выявлении canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии, поднижнечелюстной ямки и нижнечелюстного резцового канала и определении их рентгеноморфометрических параметров; разработать оптимальный алгоритм планирования дентальной имплантации с учетом анатомических факторов риска и оценить эффективность их применения для различных клинических ситуаций.

В соответствии с поставленными задачами материалами настоящего исследования стали результаты комплексного клинико-инструментального и лучевого обследования 100 пациентов в возрасте от 46 до 80 лет обоих полов с дефектами зубных рядов или полным отсутствием зубов, которые обратились за протезированием с опорой на дентальные имплантаты.

Пациентов включали в группы наблюдения в случаях, если потеря зубов была не связана с травмой и при отсутствии хронических соматических заболеваний в анамнезе. После отбора пациенты обоих полов были распределены в 2 основные группы наблюдения по 50 человек в зависимости от локализации дефектов зубных рядов на верхней или нижней челюстях, и, далее — на 2 подгруппы по 25 пациентов. Критериями рандомизации подгрупп явились возраст (2 подгруппы — 44–60 лет, 61–80 лет) и выбранные анатомические структуры.

С целью планирования имплантологического лечения в рамках представленного диссертационного исследования всем пациентам проводили конусно-лучевую компьютерную томографию с полем сканирования 10*8,5 см на аппарате

Pax i3D-Smart (Vatech, Ю.Корея). Зона захвата изображения включала нижнюю и верхнюю челюсти, а также альвеолярные бухты верхнечелюстных синусов. Томографические данные обрабатывали в специализированной программе «Ez3D Plus». При выполнении компьютерной томографии автоматически воспроизводились панорамные зонограммы челюстей (ОПТГ), которые сопоставляли с данными КЛКТ для оценки эффективности последней. Общий объем проведенных исследований с использованием методов лучевой диагностики составил 542 наблюдения. На верхней челюсти оценивали частоту визуализации canalis sinuosus, его диаметр, длину, расположение canalis sinuosus в медио-дистальном и вестибуло-оральном направлениях, четкость визуализации в зависимости от толщины слоя; частоту визуализации альвеоло-антральной артерии, ее топографию относительно дна ВЧ пазухи и края альвеолярного гребня.

Критериями оценки на нижней челюсти стали угол и глубина язычных поднутрений, частота визуализации, диаметр и протяженность нижнечелюстного резцового канала. Статистическая обработка материала выполнена на персональном компьютере с использованием программного обеспечения Stat Plus (2010)

При исследовании canalis sinuosus выявлено, что у большинства пациентов наибольшая четкость визуализации была достигнута при толщине срезов 0,5мм или 1мм. Диаметр канала в среднем составил 1мм с обеих сторон (Me) при Q_1=0,9мм, Q_3=1,1мм справа и Q_1=0,7мм, Q_3=1,3мм слева. Длина альвеолярной части CS в среднем варьировала от 10,24мм слева (Me, Q_1=7,81мм, Q_3=13,79мм) до 13,83мм справа (Me, Q_1=9,66мм, Q_3=15,22мм).

Выходные отверстия CS на небе наиболее часто располагались в области латеральных резцов, клыков, реже между центральными и латеральными резцами и в проекции первых премоляров (справа — Me=3, Q_1=3, Q_3=5; слева — Me=3, Q_1=2, Q_3=4).

По локализации в альвеолярном отростке CS чаще находился небно, реже по центру (справа — Me=3, Q_1=2, Q_3=3, слева — Me=3, Q_1=3, Q_3=3).

В результате проведенного корреляционного анализа выбранных критериев для CS ранговым методом Спирмена выявлена устойчивая положительная зависимость средней силы локализации CS на небе от высоты альвеолярного гребня (r=0,48 справа и r=0,68 слева) и расстояния от вестибулярной кортикальной пластинки (r=0,47) до канала. Определены отрицательная корреляционная связь средней силы положения CS в альвеолярном отростке с расстоянием до полости

носа (r= –0,68), сильная положительная связь с расстоянием от вестибулярной кортикальной пластинки альвеолярного отростка (r=0,65) и края альвеолярного гребня (r=0,73). При анализе связи выбранных критериев с возрастом и полом пациентов достоверных различий не выявлено.

Медианные значения диаметра ААА с правой и левой сторон варьировали от 0,9мм до 1мм при Q_1=0,7–0,9мм, Q_3=1–1,3мм. Наиболее часто ААА локализовалась на расстоянии от 8,1мм до 11,15мм от проекции дна верхнечелюстной пазухи (Q_1=5,9–9,3мм, Q_3=12,1–14,1мм) и на расстоянии 14,6–18,2мм (Q_1=13,1–14,4мм, Q_3=18,3–21,7мм) от альвеолярного края.

По результатам проведенного анализа установлен факт обратной корреляционной связи средней силы между возрастом с расположением ААА от проекции дна верхнечелюстного синуса (r= –0,52 в области 1.7 челюстного сегмента), возрастом и расстоянием от края альвеолярного гребня до исследуемой структуры (r= –0,68 в области 1.6 челюстного сегмента) у мужчин. Идентифицирована сильная обратная взаимозависимость удаленности ААА от дна ВЧ пазухи и от края альвеолярного гребня (r= –0,72) и прямая зависимость средней силы расстояния от дна ВЧ пазухи до ААА и высоты альвеолярного отростка. По критерию «расположение ААА от края альвеолярного гребня» определены положительные средние и сильные корреляционные связи с расстоянием от дна ВЧ пазух (r=0,6–0,76) и высотой альвеолярного отростка (r=0,95). По данным корреляционного анализа высоты альвеолярного отростка с другими признаками обнаружена ее обратная слабая корреляция с расстоянием от дна ВЧ пазухи на уровне второго моляра справа (r= –0,46), а также прямая зависимость расстояния от края альвеолярного гребня и высоты альвеолярного отростка различной силы (r=0,33 справа — средняя; r=0,53–0,75 слева — средняя и сильная). Полученные результаты подтверждают влияние уменьшения остаточного объема костной ткани альвеолярного отростка при атрофии и связанного с ним увеличения глубины альвеолярных бухт ВЧ пазух на топографию ААА. При выраженной дисфункциональной атрофии альвеолярного отростка и гиперпневматизации нижних отделов ВЧ синусов ААА проходит достаточно низко, ближе к альвеолярному краю и чаще оказывается в зоне оперативного вмешательства при дентальной имплантации в дистальных отделах ВЧ и/или синус-лифтинге.

Основным оцениваемым в исследовании рентгеноморфометрическим параметром нижнечелюстного резцового канала стал его диаметр, который не превышал

2,4мм. Достоверных различий в независимых группах по переменной «диаметр НРК» с правой и левой стороны, у мужчин, женщин и в общей группе «мужчины+женщины» по критерию Манна-Уитни выявлено не было. Наиболее часто НРК заканчивался на уровне латерального резца или клыка, реже — на уровне первого премоляра и центрального резца.

Для оценки выраженности и морфологии язычных поднутрений выполнены измерения глубины и угла поднутрений, а также расстояний от НЧ канала до альвеолярного гребня и до нижнего края НЧ. Итоговые данные показали, что глубина ЗПНЧ в среднем составила от 0,95мм (Q_1=0,75мм, Q_3=1,35мм) до 1,45мм (Q_1=0,95мм, Q_3=2,2мм), угол поднутрения — от 144,2° (Q_1=135,5°, Q_3=152,45°) до 153,9° (Q_1=146,45°, Q_3=161,75°). Значения расстояния от НЧ канала до нижнего края НЧ колебались от 7,25мм до 8,05мм (Q_1=6,85мм, Q_3=9,35мм). Расстояние от НЧ канала до альвеолярного края изменялась от 12,50мм (Q_1=11,4мм, Q_3=16мм) до 12,75мм (Q_1=10,1мм, Q_3=16,1мм). При изучении силы и направления взаимосвязи между переменными выявлена прямая корреляционная связь средней силы между глубиной язычного поднутрения и удаленностью НЧ канала от альвеолярного гребня (r=0,35), обратная зависимость слабой силы между возрастом и глубиной поднижнечелюстной ямки (r= –0,31) и прямая слабая взаимосвязь возраста и угла поднутрения (r=0,29) в проекции 3.7 и 4.7 челюстных сегментов в общей выборке «мужчины+женщины».

При оценке этих же групп переменных отдельно у женщин и мужчин отрицательная зависимость возраста и глубины ЗПНЧ у женщин была более выражена (от r= –0,4 до r= –0,52). Прямая взаимозависимость возраста и угла ЗПНЧ у мужчин на уровне 4.7 челюстного сегмента также показала большую силу, чем в общей группе (r=0,50). Не отмечены достоверные корреляции возраста с глубиной ЗПНЧ у мужчин и возраста с углом поднутрения у женщин. При анализе различий глубины и угла язычных поднутрений в зависимости от пола по U-критерию Манна-Уитни обнаружены достоверные различия по глубине ЗПНЧ на уровне 4.6 челюстного сегмента. Таким образом, исследование показало, что с возрастом глубина язычного поднутрения уменьшается, а угол в некоторых случая может увеличиваться. Эти изменения морфологии дистальных отделов НЧ с большой степенью вероятности связаны с дисфункциональной атрофией альвеолярной части, перестройкой околочелюстных мягких тканей, включая мышечный аппарат, при потере зубов, которая усугубляется у людей старшего поколения.

Различия глубины и угла ЗПНЧ по полу выражены незначительно, зафиксированы только по глубине язычного поднутрения на уровне 4.6 челюстного сегмента.

Для оценки информативности КЛКТ в визуализации изучаемых анатомических структур на верхней и нижней челюстях был проведен анализ частоты визуализации canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, язычных поднутрений и нижнечелюстного резцового канала на томограммах и реконструктивных снимках. CS визуализировали у 30 пациентов из 50 (60%) только справа (14,6%), только слева (13,2%) или с обеих сторон (32,2%). ААА удалось выявить у 38 пациентов из 50 (76%). ААА прослеживалась у лиц старше 60 лет в 89,6%, младше 60 лет — в 57,1%. В выборках по полу статистически достоверных различий не отмечено. Частота визуализации НРК составила 86% (у 43 пациентов из 50) вне зависимости от пола и возраста. В большинстве случае канал прослеживался с обеих сторон.

Диагностическая эффективность ортопантомографии для оценки визуализации, топографии, индивидуальных особенностей исследуемых анатомических структур в сравнении с конусно-лучевой компьютерной томографией была крайне низка. Так, CS отображались на снимках только в 8 случаях (6%), ААА — в 3 случаях (4%) из 50 наблюдений, НРК — в 22 случаях из 49 наблюдений (24,5%). Чувствительность ОПТГ относительно КЛКТ составила 10% для CS, 2% для ААА, 20,4% для НРК. Язычные поднутрения НЧ на панорамных снимках не отображались, поскольку суммировались с тенью НЧ. Таким образом, результаты сравнительного анализа диагностической эффективности панорамной зонографии и конусно-лучевой КТ свидетельствовали о высокой эффективности последней. КЛКТ является наилучшим инструментом лучевого обследования для предоперационной подготовки и планирования дентальной имплантации.

По данным клинико-инструментальных исследований и результатов лучевой диагностики пациентов с дефектами зубных рядов или полным отсутствием зубов был разработан оптимальный алгоритм планирования дентальной имплантации с учетом изученных анатомических факторов риска для различных отделов челюстей. В основе алгоритма лежит применение высокотехнологичного метода компьютерной лучевой диагностики — конусно- лучевой томографии. Алгоритм включает 4 протокола для передних и дистальных отделов верхней и нижней челюстей.

Порядок работы в программе для просмотра и интерпретации КЛКТ в переднем отделе верхней челюсти предусматривает выявление, четкую визуализацию, оценку топографии, степени выраженности анатомических структур, в том числе изученных в работе canalis sinuosus и альвеоло-антральной артерии.

В процессе исследования установлено, что CS встречается в переднем отделе ВЧ в 60% случаев и наиболее часто локализуется в небной части альвеолярного отростка, которая является рекомендованной зоной инклинации имплантата для получения наилучшего эстетического и функционального результата. В связи с этим, важно на этапе планирования дентальной имплантации определить наличие или отсутствие CS, его калибр, ход в кости челюсти, локализацию выходного отверстия на небе для оптимизации процесса сверления и формирования имплантационного ложа.

При дентальной имплантации в дистальных отделах ВЧ в большинстве случаев возникает необходимость в аугментации альвеолярного гребня ВЧ методами открытого или закрытого синус-лифтинга. При любом виде синус-лифтинга может быть повреждена альвеоло-антральная артерия, которая локализуется вблизи или в толще латеральной стенки ВЧ пазухи. В ходе исследования определено, что ААА чаще располагалась в зоне оперативного доступа при сочетании выраженной атрофии и нахождении на уровне вторых моляров, ее диаметр в среднем составил 1мм. Таким образом, именно визуализация ААА и оценка ее морфометрических параметров при соблюдении протокола позволяет врачу определиться с видом оперативного доступа и вмешательства, во избежание интра- или послеоперационного кровотечения.

Резцовая внутрикостная ветвь НЧ канала является анатомическим фактором риска при формировании имплантационного ложа в подбородочной части НЧ. Вместе с тем, по результатам настоящего исследования нижнечелюстной резцовый канал, выявляли в 86% наблюдений, его диаметр варьировал от 0,5мм до 3,4мм. В связи с этим визуализация НРК, оценка его топографии и протяженности необходима для безопасной установки дентального имплантата.

В дистальных отделах нижней челюсти факторами риска, наряду с нижнечелюстными каналами, могут являться и зоны поднутрения, где расположены поднижнечелюстные слюнные железы и проходят крупные сосудисто-нервные пучки. Поэтому перфорация язычной кортикальной пластинки НЧ во время имплантации в этой области может повлечь за собой осложнения в виде кровотечения, развития гематомы и даже асфиксии.

Для корректного позиционирования имплантатов в дистальном отделе НЧ с хирургической и ортопедической точек зрения важно учитывать глубину зоны поднутрения, угол ее кривизны относительно альвеолярной части НЧ и придерживаться границ зон безопасности по отношению к области поднутрения. Особое значение эти факторы приобретают у пациентов старшей возрастной группы, поскольку по результатам изучения рентгеноморфометрии с возрастом глубина язычного поднутрения уменьшается, а угол в некоторых случая может увеличиваться.

Таким образом, исследование показало, что изученные canalis sinuosus, альвеоло-антральные артерии, поднижнечелюстные ямки и нижнечелюстные резцовые каналы являются не менее важными анатомическими факторами риска при дентальной имплантации, лучевая картина и рентгеноморфометрические параметры которых крайне вариабельны. Четкая визуализация этих структур со сложной топографией возможна только при помощи трехмерных рентгенологических методов исследования, наиболее оптимальным из которых в стоматологической практике является конусно-лучевая компьютерная томография. Последняя показала высокую диагностическую эффективность для выявления и морфометрии canalis sinuosus, альвеоло-антральных артерий, поднижнечелюстных ямок и нижнечелюстных резцовых каналов. При сравнении с панорамными рентгенограммами информативность КЛКТ составила от 60% до 88% для CS AAA и НРК и 100% в отношении ЗПНЧ.

Результаты исследования позволили создать алгоритм виртуального планирования дентальной имплантации в различных отделах челюстей с учетом изученных анатомических факторов риска. Применение алгоритма КЛКТ-планирования в нашем исследовании способствовало снижению количества осложнений и повышению успешности дентальной имплантации и реконструктивных остеопластических операций на протяжении четырехлетнего периода наблюдения.

ВЫВОДЫ

1. По данным конусно-лучевой компьютерной томографии наиболее важными параметрами анатомических структур верхней и нижней челюстей для планирования позиции дентального имплантата являются преимущественно небное положение canalis sinuosus (72,5%), близкое расположение альвеоло-антральной артерии к краю альвеолярного гребня при дисфункциональной атрофии (13,3мм), локализация нижнечелюстного резцового канала на уровне клыков и латеральных резцов, а также зависимость угла и глубины зоны поднутрения нижней челюсти от возраста пациента.
2. При использовании конусно-лучевой компьютерной томографии установлена высокая частота визуализации таких анатомических структур как canalis sinuosus (60%), канала альвеоло-антральной артерии (76%), зон поднутрения нижней челюсти (100%) и нижнечелюстных резцовых каналов (88%).
3. Диагностическая эффективность конусно-лучевой компьютерной томографии в визуализации «малых» анатомических структур и оценке их рентгеноморфометрических параметров значительно превышает возможности ортопантомографии. Последняя показала меньшую чувствительность по сравнению с конусно-лучевой компьютерной томографией в визуализации canalis sinuosus (Se=10%), канала альвеоло-антральной артерии (Se=2%), нижнечелюстного резцового канала (Se=20,4%). Язычные поднутрения на панорамных зонограммах челюстей не отображаются.
4. Разработанный алгоритм планирования с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии повышает вероятность выявления изученных анатомических структур, их детального анализа, что позволяет уменьшить риски возникновения осложнений. При отсутствии визуализации структур на конусно-лучевых компьютерных изображениях, врач может учитывать наиболее значимые рентгеноморфометрические параметры и исследованные особенности топографии canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии, зоны поднутрения нижней челюсти и нижнечелюстного резцового канала, принимать превентивные профилактические меры во избежание осложнений, связанных с их повреждением.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Метод конусно-лучевой компьютерной томографии может быть рекомендован при планировании хирургического этапа дентальной имплантации, т.к. показал высокую диагностическую эффективность в определении анатомических факторов риска.
2. В комплекс предимплантационной подготовки следует включать рентгеноморфометрию и оценку топографии canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии, зоны поднутрения нижней челюсти и нижнечелюстного резцового канала на основе данных конусно-лучевой компьютерной томографии во избежание осложнений, связанных с их травмой.
3. Для более четкой визуализации костных каналов canalis sinuosus, альвеоло-антральной артерии и нижнечелюстного резцового канала, и оценки их морфометрических параметров целесообразно применение реформатов конусно-лучевой компьютерной томографии с толщиной среза 0,5–1мм.
4. Предложенный диагностический алгоритм рекомендуется при планировании дентальной имплантации с целью оптимизации лечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аванесов, А.М., Сергеев Н.И., Нуднов Н.В., Седов Ю.Г. Анализ осведомленности врачей-стоматологов, занимающихся дентальной имплантацией в отношении анатомических структур верхней и нижней челюстей / А.М. Аванесов, Н.И. Сергеев, Н.В. Нуднов, Ю.Г. Седов // Медицинский алфавит. Стоматология — 2019.— № 11 (386) том 2 — С. 36–39
2. Акияши, Ф., Томохиро И. 4D имплантологическое лечение: эстетические аспекты работы с мягкими тканями / Ф. Акияши, И. Томохиро. — Львов: ГалДент, 2015.— 212с.
3. Альбректссон, Т., Бузер, Д., Сеннерби, Л. Об утрате краевой кости в области дентальных имплантатов / Т. Альбректссон, Д. Бузер, Л. Сеннерби // Международный журнал Пародонтология и реставрационная стоматология.— 2014. — Том 1. — С. 7–10
4. Аржанцев, А.П. Рентгенодиагностика в стоматологии / А.П. Аржанцев, Н.А. Рабухина. — М.: Медицина, 2003.— 452 с.
5. Белсер, У., Мартин, В., Юнг, Р., Хеммерле, К. Имплантологическое лечение в эстетически значимой зоне / У. Белсер, В. Мартин, Р. Юнг, К. Хеммерле — М.: Квинтэссенция, 2010.— 253с.
6. Бер, М. Устранение осложнений имплантологического лечения / М. Бер — М.: Азбука, 2007.— 355с.
7. Бреггер, У., Хейтц-Мейфилд, Л. Биологические и технические осложнения имплантологического лечения. Том 8 / У. Бреггер, Л. Хейтц-Мейфилд. — М.: Квинтэссенция, 2016.— 215с.
8. Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика в стоматологии: Монография / А.Ю. Васильев, Ю.И. Воробьев, В.П. Трутень. — М.: Медика, 2007.— 496 с.
9. Васильев, А.Ю. Лучевая диагностика в стоматологии: учеб. пособие / А.Ю. Васильев, Ю.И. Воробьев, Н.С. Серова, Е.Б. Ольхова, В.П. Трутень. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.— 171 с.
10. Васильев, А.Ю. Совершенствование этапа планирования операции стоматологической имплантации при использовании дентальной компьютерной 3D томографии / А.Ю. Васильев, А.И. Ушаков, Н.С. Серова, В.Ю. Ерофеева // Новые технологии в стоматологии: Материалы XIII международной конференции челюстно-лицевых хирургов и стоматологов. — Санкт-Петербург, 2008. — С. 207–208

11. Вортингтон, Ф. Остеоинтеграция в стоматологии. Введение / Ф. Вортингтон, Б.Р. Ланг, В.Е. Лавелле. — М.: Квинтэссенция, 1994.— 126с.
12. Гветадзе, Р.Ш. Рентгенологические аспекты исследования пациентов после дентальной имплантации. Клиническая имплантология: Теория и практика / Р.Ш. Гветадзе, А.П. Аржанцев; под ред. проф. А.А.Кулакова. — М.: Эслан, 2006. — С. 358–362
13. Годи, Ж-Ф. Атлас по анатомии для имплантологов / Ж.-Ф. Годи. — М.: МЕДпресс-информ, 2009.— 248с.
14. Кордаро Л., Терхейден, Х. Реконструкция альвеолярного гребня при имплантологическом лечении. Поэтапный подход. Том 7. / Л. Кордаро, Х. Терхейден. — М.: Квинтэссенция, 2015.— 217с.
15. Кулаков, А.А. Дентальная имплантация: национальное руководство / А.А. Кулаков. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018.— 400с.
16. Малаховский, В.Н. Радиационная безопасность рентгенологических исследований / В.Н. Малаховский, Г.Е. Труфанов, В.В. Рязанов. — СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2007.— 104 с.
17. Михальченко, А.В. Диагностическая ценность двухмерных и трехмерных рентгенологических изображений / А.В. Михальченко, С.В. Дьяченко, Д. Ю. Дьяченко, Е.Б. Голубева, А.В. Клементьева // Волгоградский научно-медицинский журнал.— 2018.— № 1 (57) — С. 32–35
18. Миш, К.Е. Ортопедическое лечение с опорой на дентальные имплантаты / К.Е. Миш. — М.: Рид Элсивер, 2010.— 616с.
19. Нечаева, Н.К. Повреждения нижнего альвеолярного нерва при дентальной имплантации / Н.К. Нечаева, А.Ю. Васильев // Вестник национального медико-хирургического центра имени Н.И. Пирогова.— 2011. — Том 6.— № 3. — С. 55–58
20. Паслер, Ф.А., Виссер, Х. Рентгендиагностика в практике стоматолога / Ф.А. Паслер, Х. Виссер. — М.: МЕДпресс-информ, 2007.— 352с.
21. Рабухина, Н.А., Аржанцев, А.П. Стоматология и челюстно-лицевая хирургия. Атлас рентгенограмм / Н.А. Рабухина, А.П. Аржанцев. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2002.— 304с.
22. Рабухина, Н.А. Спиральная компьютерная томография при заболеваниях челюстно-лицевой области / Н.А. Рабухина, Г.И. Голубева, С.А. Перфильев. — М.: МЕДпресс-информ, 2006.— 128с.

23. Ренверт, С., Джованьоли, Ж.-Л. Периимплантит / С. Ренверт, Ж.-Л. Джованьоли. — М.: Азбука, 2014.— 255 с.
24. Рогацкин, Д.В. Конусно-лучевая компьютерная томография. Основы визуализации / Д.В. Рогацкин. — Львов: ГалДент, 2010.— 148 с.
25. Рогацкин, Д.В. Панорамная томография зубных рядов / Д.В. Рогацкин. — М.: KaVo, 2010.— 40с.
26. Рогацкин, Д.В., Гинали, Н.В. Искусство рентгенографии зубов / Д.В. Рогацкин, Н.В. Гинали. — М.: «STBOOK», 2007.— 128с.
27. Серова, Н.С. Лучевая диагностика в стоматологической имплантологии / Н.С. Серова. — М.: Е-ното, 2015.— 220с.
28. Смирнов, В.Г., Янушевич, О.О., Митронин А.В. Клиническая анатомия челюстей / В.Г. Смирнов, О.О. Янушевич, А.В. Митронин. — М.: БИНОМ, 2014.— 232с.
29. Тамими Д. Профессиональная визуализация в дентальной имплантации / Дания Тамими; пер. с англ. под общей ред. Д.В. Рогацкина. — М.: ТАРКОММ, 2019,— 446 с.
30. Фроум, С., Розен, П., Клэм, Д. От редактора. Ответ на статью «Об утрате краевой кости в области дентальных имплантатов / С. Фроум, П. Розен, Д. Клэм // Международный журнал Пародонтология и реставрационная стоматология.— 2014. — Том 1. — С. 11–13
31. Фроум, С., Розен, П. Регенеративная методика лечения периимплантита: контрольное хирургическое вмешательство / С. Фроум, П. Розен // Международный журнал Пародонтология и реставрационная стоматология.— 2014. — Том 1. — С. 121–133
32. Хофер, М. Компьютерная томография. Базовое руководство. 3-е издание / М. Хофер. — М.: Мед.лит, 2011.— 232с.
33. Щерчков, С.В. Диагностические особенности применения дентальной объемной томографии в планировании операции дентальной имплантации / С.В Щерчков, А.А. Михайловский // Аспирантские чтения. Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием «Молодые учёные — медицине». — М.: ООО «Книга», 2011. — С. 285–289
34. Чибисова, М.А., Зубарева, А.А. Цифровая объемная томография (3D Galileos/ Galaxis, «Sirona») — стандарт качества диагностики и лечения в стоматологии, челюстно-лицевой хирургии и оториноларингологии / М.А. Чибисова, А.А. Зубарева. — Спб.: ООО «МЕДИ издательство», 2010.— 128 с.

35. Abarca, M. Neurosensory disturbances after immediate loading of implants in the anterior mandible: an initial questionnaire approach followed by a psychophysical assessment / M. Abarca, D. van Steenberghe, C. Malevez, J. De Ridder, R. Jacobs // Clinical Oral Investigations.— 2006. — Vol. 10(4). — P. 269–277
36. Al-Ani, O. Safe zone for bone harvesting from the interforaminal region of the mandible / O. Al-Ani, P. Nambiar, K.O. Ha, W.C. Ngeow // Clinical Oral Implants Research.— 2013. — Vol.24, — P. 115–121
37. Alfaro Federico Hernandez. Bone Grafting in Oral Implantology: Techniques and Clinical Applications / Alfaro Federico Hernandez // Quintessence Publishing. — United Kingdom, 2006. — P. 235–241
38. Almog, D.M. Restricting preoperative diagnosis to two-dimensional images in oral implantology can potentially cause implant failures / D.M. Almog // Alpha Omegan., Dec.2010. — Vol. 103(4). — P. 136–40
39. Angelopoulos, C. Cone Beam Computed Tomography for the Implant Patient. Dental clinics of North America / C. Angelopoulos, T. Aghaloo.— 2011. — Vol. 55(1). — P. 141–158
40. Ankit Jivan Desai. Current concepts and guidelines in chin graft harvesting: A literature review / Ankit Jivan Desai, Raison Thomas // International Journal of Oral Health Science.— 2013. — Vol. 3(1). — P. 16–25
41. Arruda J. Dental Implant in the Canalis Sinuosus: A Case Report and Review of the Literature / Arruda J., Pedro Silva, Luciano Silva, Pâmella Álvares, Leni Silva, Ricardo Zavanelli, Cleomar Rodrigues, Marleny Gerbi, Ana Paula Sobral, and Marcia Silveira // Case Rep Dent. 2017; 2017: 4810123. Published online 2017 Aug8. doi: 10.1155/2017/4810123
42. Babiuc, I. Cone beam computed tomography observations of the lingual foramina and their bony canals in the median region of the mandible / I. Babiuc, I. Tarlungeanu, M. Pauna.— 2011.
43. Baciut, M. Pre- and postoperative assessment of sinus grafting procedures using cone-beam computed tomography compared with panoramic radiographs / M. Baciut, M. Hedesiu, S. Bran, R. Jacobs, O. Nackaerts, G. Baciut // Clinical Oral Implants Research., May. 2013. — Vol.24(5). — P. 512–516
44. Benninger, B. Dental implant placement investigation: is the anterior loop of the mental nerve clinically relevant / Benninger, B. Miller D, Maharathi A, Carter W. // Oral and Maxillofacial Surgery.— 2011. — Vol. 69. — P. 182–185

45. Berglundh, T. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years / T. Berglundh, L. Persson, B. Klinge // Clinical Periodontology.— 2002. — Vol. 29(3). — P. 197–212
46. Bilginaylar, K. Mandibular incisive canal in relation to periapical surgery / K. Bilginaylar, K. Orhan, L.O. Uyanik // Contemporary Clinical Dentistry.— 2016. — Vol. 7(1). — P. 79–81
47. Buser, D. 20 years of guided bone regeneration in implant dentistry / D. Buser. — Hanover Park: Quintessence Pub. Co., 2009. — P. 261
48. Carinci, F. Обсервация альвеолярного хребта: сравнительное продольное исследование между кальвариями и подвздошными костями / F. Carinci, A. Farina, U. Zanetti et al //Oral Implantology.— 2005. — Vol. 31. — P. 39–45
49. Carlson, G.W. The salivary glands. Embryology, anatomy and surgical applications / G.W. Carlson //Surgical Clinics of North America.— 2000. — Vol.80. P. 261–273
50. Chan, H.L. Cross-sectional analysis of the mandibular lingual concavity using cone beam computed tomography / H.L. Chan, S.L. Brooks, J.H. Fu, C.Y. Yeh, I. Rudek, H.L. Wang // Clinical Oral Implants Research.— 2011. — Vol.22. — P. 201–206
51. *Chan, H.L. Risk assessment of lingual plate perforation in posterior mandibular region: a virtual implant placement study using cone-beam computed tomography* / H.L. Chan, E. Benavides, C.Y. Yeh, J.H. Fu, I.E. Rudek, H.L. Wang // Periodontology., Jan.2011. — Vol. 82(1). — P. 129–135
52. Chan, H.L. The significance of the lingual nerve during periodontal/implant surgery / H.L. Chan, D.J. Leong, J.H. Fu, C.Y. Yeh, N. Tatarakis, H.L. Wang // Periodontology.— 2010. — Vol. 81. — P. 372–377
53. Chiapasco, M. Bone augmentation procedures in implant dentistry / M. Chiapasco, P. Casentini, M. Zaniboni // Oral and Maxillofacial Implants.— 2009. — Vol. 24. — P. 237–259.
54. Chiapasco, M. Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges / M. Chiapasco, S. Abati, E. Romeo, G. Vogel // Clinical Oral Implants Research.— 1999. — Vol. 10. — P. 278–288
55. Christos, A. Cone Beam Computed Tomography for the Implant Patient Dent Clin North Am / A. Christos, A. Tara, 2011. — Vol. 55(1). — P. 141–158

56. Cohen, E. S. Atlas of Cosmetic and Reconstructive Periodontal Surgery / E. S. Cohen. — Hamilton: BC Decker Inc, 2007. — P. 514
57. Cosci, F. A new sinus lift technique in conjunction with placement of 265 implants: a 6-year retrospective study / F. Cosci, M. Luccioli // Implant Dentistry.— 2000. — Vol. 9(4). — P. 363–366
58. Craig, M. Misch. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement // Oral and Maxillofacial Implants.— 1997. — P. 767–776.
59. Cricchio, G. Sinus bone formation and implant survival after sinus membrane elevation and implant placement: a 1- to 6-year follow-up study / G. Cricchio, L. Sennerby, S. Lundgren // Clinical Oral Implants Research.— 2011. — Vol. 22(10). — P. 1200–1212
60. Danesh-Sani, S. A. A comprehensive clinical review of maxillary sinus floor elevation: anatomy, techniques, biomaterials and complications. / S. A. Danesh-Sani, P. M. Loomer, S. S. Wallace // British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.— 2016. — Vol. 54(7). — P. 724–730
61. De Brito, A.C. Erratum to: Panoramic radiographs underestimate extensions of the anterior loop and mandibular incisive canal / A.C. de Brito, Y. Nejaim, D.Q. de Freitas, S. C. de Oliveira // Imaging Sci Dent., Dec. 2016. — Vol. 46(4). — P. 297
62. De Souza, T. E. Uncommon trajectory variations of the mandibular canal and of the mandibular incisive canal: Case report / T. E. de Souza, P.A. Silva, O. Pagin, B.S. Centurion, S.K. Molin, T. L. de Souza // Surg Radiol Anat.— 2013. — Vol. 35. — P. 857–861
63. Deshpande, A. Intraoral Periapical Radiographs with Grids for Implant Dentistry / A. Deshpande, D. Bhargava // Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.— 2014. — Vol. 13(4). — P. 603–605
64. Duygu, G. B. Available bone morphology and status of neural structures in the mandibular interforaminal region: three-dimensional analysis of anatomical structures / G. B. Duygu, K. Emre // Surg Radiol Anat.— 2018.
65. Elian, N. Distribution of the maxillary artery as it relates to sinus floor augmentation / N. Elian, S. Wallace, S.C. Cho, Z.N. Jalbout, S. Froum // Int J Oral Maxillofac Implants.— 2005. — Vol. 20(5). — P. 784–787
66. Ella, B. Vascular connections of the lateral wall of the sinus: surgical effect in sinus augmentation / B. Ella, C. Sedarat, Rda C. Noble et al. // Int J Oral Maxillofac Implants.— 2008. — Vol. 23(6). — P. 1047–1052

67. Esposito, M. Interventions for replacing missing teeth: augmentation procedures of the maxillary sinus / M. Esposito, P. Felice, H.V. Worthington // The Cochrane database of systematic reviews.— 2014. — P. 5
68. Froum, S. Risk assessment before extraction for immediate implant placement in the posterior mandible: a computerized tomographic scan study / S. Froum, L. Casanova, S. Byrne, S.C. Cho // Periodontology.— 2011. — Vol.82. — P. 395–402
69. Fugazzotto, P. A. The modified trephine/osteotome sinus augmentation technique: technical considerations and discussion of indications / P. A. Fugazzotto // Implant Dentistry.— 2001. — Vol.10(4). — P. 259–264
70. Ganz, S.D. Cone beam computed tomography-assisted treatment planning concepts / S.D. Ganz // Dent Clin North Am.— 2011. — Vol.55. — P. 515–536
71. Garg, A.K. Radiographic modalities for diagnosis and treatment planning in implant dentistry / A.K. Garg, A. Vicari // Implant Soc.— 1995. — Vol.5(5). — P. 7–11.
72. Gerlach, N.L. Reproducibility of 3 different tracing methods based on cone beam computed tomography in determining the anatomical position of the man- dibular canal / N.L. Gerlach, G.J. Meijer, T.J. Maal, [et. al] // J Oral Maxillofac Surg.— 2010. — Vol.68. — P. 811–817
73. German, I.J.S. Identification of the bony canal of the posterior superior alveolar nerve and artery in the maxillary sinus: tomographic, radiographic, and macroscopic analyses / I.J.S. German, D.V. Buchaim, J.C. Andreo, [et.al] // The Scientific World Journal.— 2015. — Vol. 8(78). — P. 205
74. Givol, N. Emergency tracheostomy following life threatening hemorrhage in the floor of the mouth during immediate implant placement in the mandibular canine region / N. Givol, G. Chaushu, T. Halamish-Shani, S. Taicher // Periodontology.— 2000. — Vol.71. — P. 1893–1895
75. Givol, N. Risk management aspects of implant dentistry / N. Givol, S. Taicher, T. Halamish-Shani, G. Chaushu // Int J Oral Maxillofac Implants., Mar-Apr. 2002. — Vol.17(2). — P. 258–262
76. Gokhan, G. Evaluation of the morphology of the canalis sinuosus using cone-beam computed tomography in patients with maxillary impacted canines / G. Gokhan, D. Cagri, E. O. Emine, A. Kader, S. Ufuk // Imaging Sci Dent., Jun. 2017. — Vol.47(2). — P. 69–74.
77. Gomes, L.T. Anatomic evaluation of the incisive canal with cone beam computed tomography and its relevance to surgical procedures in the mental region:

a retrospective study in a Brazilian population / L.T. Gomes, C.F. de Almeida Barros Mourão, C.L. Braga, L.F.D. de Almeida, R.C. de Mello-Machado, M.D. Calasans-Maia // Oral Maxillofac Surg., Sep. 2018. — P. 3.

78. Greenstein, G. Cone-Beam Scans: Important Anatomic Views for the Contemporary Implant Surgeon / G. Greenstein, J.R. Carpentieri, J. Cavallaro // Dental Compend Contin Educ Dent., Nov-Dec. 2015. — Vol.36(10). — P. 735–741
79. Greenstein, G. The mental foramen and nerve: clinical and anatomical factors related to dental implant placement: a literature review / G. Greenstein, D. Tarnow // Periodontology., Dec. 2006. — Vol. 77(12). — P. 1933–1943
80. Guizetti, B. Development of the parotid gland and its closer neighboring structures in human embryos and fetuses of 19–67 mm CRL / B. Guizetti, R.J. Radlanski // Ann Anat.— 1996. — Vol.178. — P. 503–508
81. Guliz, N. Location of posterior superior alveolar artery and evaluation of maxillary sinus anatomy with computerized tomography: a clinical study / N. Guliz, Y. D. Guncu, Y. Hom-Lay, F. Wang, T. Tolga // Clin. Oral Impl. Res.— 2011. — P. 1164–1167
82. Gupta, J. Cone beam computed tomography in oral implants / J. Gupta, S.P. Ali // National Journal of Maxillofacial Surgery.— 2013. — Vol. 4(1). — P. 2–6
83. Herklotz, I. Navigation in implantology / I. Herklotz, F. Beuer, A. Kunz, D. Hildebrand, A. Happe // Int J Comput Dent.— 2017. — Vol.20(1). — P. 9–19
84. Herranz-Aparicio, J. Retrospective study of the bone morphology in the posterior mandibular region. Evaluation of the prevalence and the degree of lingual concavity and their possible complications / J. Herranz-Aparicio, J. Marques, N. Almendros-Marqués, C. Gay-Escoda // Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal.— 2016. — Vol.21(6). — P. 731–736.
85. Huang, R.Y. Risk of lingual plate perforation for virtual immediate implant placement in the posterior mandible / R.Y. Huang // The Journal of the American Dental Association.— 2015. — P. 735–742
86. Jaju, P.P. Clinical utility of dental cone-beam computed tomography: current perspectives / P.P. Jaju, S.P. Jaju // Clin Cosmet Investig Dent., Apr. 2014. — Vol.6. — P. 29–43
87. Jensen, O.T. Report of the sinus consensus conference of 1996 / O.T. Jensen, L.B. Shulman, M.S. Block, V.J. Iacono // International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.— 1998. — P. 11–45.

88. Jensen, S.S. Severe bleeding after sinus floor elevation using the transcrestal technique: a case report / S.S. Jensen, J. Eriksen, M. Schiodt // Eur J Oral Implantol.— 2012. — Vol. 5. — P. 287–291.
89. Jivraj, S. Планирование лечения имплантатов в постквартальных квадрантах / S. Jivraj, W. Chee // Br Dent J.— 2006. — Vol. 201. — P. 13–23
90. Jose, A. A. Dental Implant in the Canalis Sinuosus: A Case Report and Review of the Literature Case Rep Dent / A. A. Jose, P. Silva, L. Silva, P. Alvares, L. Silva, R. Zavanelli, C. Rodrigues, M. Gerbi, A. P. Sobral, M. Silveira.— 2017. 4810123. Published online 2017 Aug8.
91. Juan del VL, Grageda E, Gómez Crespo S (2016) Anterior loop of the inferior alveolar nerve: averages and prevalence based on CT scans. J Prosthet Dent 115:156–160
92. Juodzbalys, G. Identification of the Mandibular Vital Structures: Practical Clinical Applications of Anatomy and Radiological Examination Methods / G. Juodzbalys, H-L. Wang // Journal of Oral & Maxillofacial Research.— 2010. — Vol.1(2). — P. 1201
93. Kalpidis, C.D. Hemorrhaging associated with endosseous implant placement in the anterior mandible: a review of the literature / C.D. Kalpidis, R.M. Setayesh // Periodontology.— 2004. — Vol.75(5). — P. 631–645
94. Kamburoğlu, K. CBCT quantitative evaluation of mandibular lingual concavities in dental implant patients / K. Kamburoğlu, B.Acar, S. Yüksel, [et al.] // Surg Radiol Anat.— 2015. — Vol.37. — P. 1209
95. Kao, D. W. K. Clinical Maxillary Sinus Elevation Surgery / D. W. K. Kao. — Wiley-Blackwell,2014. — P. 200
96. Katakami, K. Characteristics of accessory mental foramina observed on limited cone-beam computed tomography images / K. Katakami, A. Mishima, K. Shiozaki, S. Shimoda, Y. Hamada, K. Kobayashi // J Endodon.— 2018. — Vol.34. — P. 1441–1445
97. Kaufman, E. Maxillary sinus elevation surgery: An overview / E. Kaufman // J Esthet Restor Dent.— 2003. — Vol.15(5). — P. 272–282
98. Kim, G. Automatic extraction of inferior alveolar nerve canal using feature-enhancing panoramic volume rendering / G. Kim, J. Lee, H. Lee, J. Seo, Y.M. Koo, Y.G. Shin, B. Kim // IEEE Trans Biomed Eng., Feb. 2011. — Vol.58(2). — P. 253–64

99. Kong, N. M / N. Kong, M. Hui, F. Miao, H. Yuan, Y. Du, N. Chen // Int J Oral Maxillofac Surg., Sep. 2016. — Vol.45(9). — P. 1142–1146
100. Kqiku, L. Arterial blood architecture of the maxillary sinus in dentate specimens / L. Kqiku, R. Biblekaj, A.H. Weiglein, X. Kqiku, P. Städtler // Croatian Medical Journal.— 2013. — Vol.54(2). — P. 180–184
101. Kütük, N. Anterior mandibular zone safe for implants / N. Kütük, A.E. Demirbaş, Z.B. Gönen, C. Topan, E. Kiliç, O.A. Etöz, A.Alkan // J Craniofac Surg., Jul. 2013. — Vol. 24(4). — P. 405–408
102. *Lamas Pelayo, J. Intraoperative complications during oral implantology / J. Lamas Pelayo, M. Peñarrocha Diago, E. Martí Bowen, M. Peñarrocha Diago* // Med Oral Patol Oral Cir Bucal.— 2008. — Vol. 13. — P. 239–243
103. Lee, Cameron Y.S. Brisk, pulsatile bleeding from the anterior mandibular incisive canal during implant surgery: a case report and use of an active hemostatic matrix to terminate acute bleeding / Cameron Y.S. Lee, Craig L. Yanagihara, Jon B. Suzuki // Implant Dentistry.— 2012. — Vol. 21(5). — P. 368–373
104. Lee, J. Radiographic study of the distribution of maxillary intraosseous vascular canal in Koreans / J. Lee, N. Kang, Y-M. Moon, E-K. Pang // Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery.— 2016. — Vol.38(1). — P. 1
105. Li, X. The prevalence, length and position of the anterior loop of the inferior alveolar nerve in Chinese, assessed by spiral computed tomography / X. Li, Z.K. Jin, H. Zhao, K. Yang, J.M. Duan, W.J. Wang // Surg Radiol Anat.— 2013. — Vol. 35. — P. 823–830
106. Longoni, S. Lingual vascular canals of the mandible: the risk of bleeding complications during implant procedures / S. Longoni, M. Sartori, M. Braun [et al.] // Implant Dent.— 2007. — Vol. 16. — P. 131–138
107. Lopes, A. The Nobel Guide® All-on-4® Treatment Concept for Rehabilitation of Edentulous Jaws: A Retrospective Report on the 7-Years Clinical and 5-Years Radiographic Outcomes / A. Lopes, P. Malo, M. de Araujo Nobre, E. Sanchez-Fernandez, I.Gravito // Clin Implant Dent Relat Res., Apr. 2017. — Vol.19(2). — P. 233–244
108. Machado, V. D. C. Assessment of accessory canals of the canalis sinuosus: a study of 1000 cone beam computed tomography examinations / V. D. C.Machado, B. R.Chrcanovic, M. B.Felippe, L. R. C.Manhães Junior, P. S. P. de Carvalho // International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.— 2016. — Vol.45(12). — P. 1586–1591

109. Maestre-Ferrin, L. Radiographic findings in the maxillary sinus: comparison of panoramic radiography with computed tomography / L. Maestre-Ferrin, S. Galan-Gil, C. Carrillo-Garcia, M. Penarrocha-Diago // Int J Oral Maxillofac Implants.— 2011. — Vol.26. — P. 341–346
110. Malo, P. "All-on-Four" immediate- function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study / P. Malo, B. Rangert, M. Nobre // Clin Implant Dent Relat Res.— 2003. — Vol. 5. — P. 2–9.
111. Malo, P. All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study / P. Malo, B. Rangert, M. Nobre // Clin Implant Dent Relat Res.— 2005. — Vol. 7(1). — P. 88–94.
112. Manhães Junior, L. R. Location and classification of Canalis sinuosus for cone beam computed tomography: avoiding misdiagnosis / L. R. Manhães Junior, M. F. Villaça-Carvalho, M. E. Moraes, S. L. Lopes, M. B. Silva, J. L. Junqueira // Brazilian Oral Research.— 2016. — Vol.30(1). — P. 1–8
113. Mardinger, O. Anatomic and radiologic course of the mandibular incisive canal / O. Mardinger, G. Chaushu, B. Arensburg, S. Taicher, I. Kaffe // Surg Radiol Anat.— 2000. — Vol. 22. — P. 157–161
114. Mardinger, O. Prevalence, diameter and course of the maxillary intraosseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedure: a radiographic study / O. Mardinger, M. Abba, A. Hirshberg, D. Schwartz-Arad // Int J Oral Maxillofac Surg.— 2007. — Vol.36(8). — P. 735–738.
115. Maridati, P. Alveolar antral artery isolation during sinus lift procedure with the double window technique / P. Maridati, E. Stoffella, S. Speroni, M. Cicciu, C. Maiorana // Open Dent J.— 2014. — Vol.30. — P. 95–103
116. Meyers, R.A. Prevention and Management of Nerve Problems in Implant Dentistry / R.A. Meyers // J. of Oral Implantology.— 1999. — Vol. 25(2). — P. 127–129
117. Mraiwa, N. Presence and course of the incisive canal in the human mandibular interforaminal region: two-dimensional imaging versus anatomical observations / N. Mraiwa, R. Jacobs, P. Moerman, I. Lambrichts, D van Steenberghe, M. Quirynen // Surg Rad Anat.— 2003. — Vol. 25. — P. 416–423
118. Mraiwa, N. The nasopalatine canal revisited using 2D and 3D CT imaging / N.Mraiwa, R. Jacobs, J. Van Cleynenbreugel, [et al.] // Dentomaxillofacial Radiology.— 2004. — Vol. 33(6). — P. 396–402

119. Naofumi, Aoki. Sinus Augmentation by Platelet-Rich Fibrin Alone: A Report of Two Cases with Histological Examinations / Aoki Naofumi, Takeo Kanayama, Maeda Michinori, Horii Koichiro, Miyamoto Hironori, Wada Keinoshin, Ojima Yasutaka, Tsuchimochi Tsukasa, Shibuya Yasuyuki // Case Rep Dent.— 2016. — P. 645–654
120. Neves, F. S. Canalis sinuosus: A rare anatomical variation. Surgical and Radiologic Anatomy / F. S. Neves, M. Crusoe-Souza, L. C. S. Franco, P. H. F. Caria, P. Bonfim-Almeida, I. Crusoe-Rebello.— 2012. — Vol.34(6). — P. 563–566
121. Niamtu J. Near-fatal airway obstruction after routine Implant placement / J. Niamtu // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.— 2001. — Vol.92(6). — P. 597–600
122. Nickenig, Hans-Joachim. Lingual concavities in the mandible: A morphological study using cross-sectional analysis determined by CBCT / Hans-Joachim Nickenig, [et al.] / Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.— 2014. — Vol.43(2). — P. 254–259
123. Obradovic, O. Morphometric analysis of mandibular canal: clinical aspects / O. Obradovic, L. Todorovic, V. Pesic, B. Pejkovic, V. Vitanovic // Bulletin du Groupement international pour la recherche Scientifique en Stomatologie Odontologie.— 1993. — Vol.36. — P. 109–113
124. Olenczak J.B. Posttraumatic midface pain: clinical significance of the anterior superior alveolar nerve and canalis sinuosus aspects / J.B. Olenczak, H.G. Hui-Chou, D.J. Aguila, C.A. Shaeffer, A.L. Dellon, P.N. Manson // Ann Plast Surg.— 2015. — Vol.75(5). — P. 543–547
125. Oliveira-Santos, C. Characterisation of additional mental foramina through cone beam computed tomography / C. Oliveira-Santos, P.H. Souza, A.S. de Berti-Couto, [et al.] // J Oral Rehabilit.— 2011/ — Vol. 38. — P. 595–600
126. Oliveira-Santos, C. Neurovascular anatomical variations in the anterior palate observed on CBCT images / C. Oliveira-Santos, I.R.F. Rubira-Bullen, S.A.C. Monteiro, J.E. Leon, R. Jacobs // Clin Oral Implants Res.— 2013. — Vol.24(9). — P. 1044–1048
127. Olivier, E. The inferior dental canal and its nerve in the adult / E. Olivier // Br Dent J.— 1928. — Vol. 49. — P. 356–358
128. Parnia, F. Characteristics of anatomical landmarks in the mandibular interforaminal region: A cone-beam computed tomography study / F. Parnia, E. Moslehifard,

A. Hafezeqoran, F. Mahboub, H. Mojaver-Kahnamoui // Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal.— 2012. — Vol.17(3). — P. 420–425

129. Parnia, F. Tomographic volume evaluation of submandibular fossa in patients requiring dental implants / F. Parnia, E.M. Fard, F. Mahboub, A. Hafezeqoran, F.E. Gavgani // Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.— 2010. — Vol.109. — P. 32–36
130. Pires, C. A. Mandibular Incisive Canal: Cone Beam Computed Tomography / C. A. Pires, N. F. Bissada, J. J. Becker, A. Kanawati, M. A. Landers // Clinical Implant Dentistry and Related Research.— 2012. — Vol.14. — P. 67–73.
131. Polland, K.E. The mandibular canal of the edentulous jaw / K.E. Polland, S. Munro, G. Reford, A. Lockhart, G. Logan, L. Brocklebank, S.W. McDonald // Clin Anat.— 2001. — Vol. 14. — P. 445–452
132. Pommer, B. New safety margins for chin bone harvesting based on the course of the mandibular incisive canal in CT / B. Pommer, G. Tepper, A. Gahleitner, W. Zechner, G. Watzek // Clinical Oral Implan.— 2008
133. Prados-Frutos, J.C. Anterior loop of the mental nerve, mental foramen and incisive nerve emergency: tridimensional assessment and surgical applications / J.C. Prados-Frutos, C. Salinas-Goodier, A. Manchon, R. Rojo // Surg Radiol Anat.— 2017. — Vol.39. — P. 169–175
134. Rahpeyma, A. Alveolar Antral Artery: Does its Diameter Correlate with Maxillary lateral wall Thickness in Dentate Patients / A. Rahpeyma, S. Khajehahmadi, P. Amini // Iranian Journal of Otorhinolaryngology.— 2014. — Vol.26(76). — P. 163–167
135. Rahpeyma, *A. Open Sinus Lift Surgery and the Importance of Preoperative Cone-Beam Computed Tomography Scan: A Review* / A. Rahpeyma, S. Khajehahmadi // *Journal of International Oral Health.*— 2015. — Vol.7(9). — P. 127–133
136. Raitz, R. Assessment of the mandibular incisive canal by panoramic radiograph and cone- beam computed tomography / R. Raitz, E. Shimura, I. Chilvarquer, M. Fenyo-Pereira // Int J Dent.— 2014. — Vol. 18. — P. 70–85.
137. Regev, E. Maxillary sinus complications related to endosseous implants / E. Regev, R.A. Smith, D.H. Perrott, M.A. Pogrel // International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.— 1995. — Vol. 10. — P. 451–461
138. Reininger, D. Complications in the use of the mandibular body, ramus and symphysis as donor sites in bone graft surgery. A systematic review / D. Reininger, C. Cobo-

Vázquez, M. Monteserín-Matesanz, J. López-Quiles. // Med Oral Patol Oral Cir Bucal., Mar. 2016. — Vol. 21(2). — P. 241–249

139. Reininger, D. Complications in the use of the mandibular body, ramus and symphysis as donor sites in bone graft surgery. A systematic review / D. Reininger, C. Cobo-Vazquez, M. Monteserin-Matesanz, J. Lopez-Quiles // Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugía Bucal.— 2016. — Vol.21(2). — P. 241–249
140. Revue roumaine de morphologie et embryologie \ Romanian J Morphol Embryol. — Vol.52. — P. 827–829
141. Rodella, L.F. Intraosseous anastomosis in the maxillary sinus / L.F. Rodella, M. Labanca, R. Boninsegna, G. Favero, M. Tschabitscher, R. Rezzani // Minerva Stomatol.— 2010. — Vol.59. — P. 349–354
142. Romanos, G.E. The incisive canal. Considerations during implant placement: Case report and literature review / G.E. Romanos, G.Greenstein // Int J Oral Maxillofac Implants.— 2009. — Vol.24. — P. 740–745
143. Rosano, G. Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery / G. Rosano, S. Taschieri, J.F. Gaudy, T. Weinstein, M. del Fabbro // Clin Oral Implants Res.— 2011. — Vol.22(7). — P. 711–715.
144. Rowlett, A.E. Mandibular anaesthesia / A.E. Rowlett // Proc R Soc Med.— 1917. — Vol.10. — P. 18–40
145. Sahman, H. Assessment of the visibility and characteristics of the mandibular incisive canal: cone beam computed tomography versus panoramic radiography / H. Sahman, A.E. Sekerci, Y. Sisman, M.Payveren // Int J Oral Maxillofac Implants., Jan-Feb. 2014. — Vol. 29(1). — P. 71–78
146. *Scaravilli, M.S. Mandibular lingual vascular canals (MLVC): evaluation on dental CTs of a case series / M.S. Scaravilli, M. Mariniello, G. Sammartino // Eur J Radiol.*— 2010. — Vol. 76. — P. 173–176
147. Sener, E. Anatomical landmarks of mandibular interforaminal region related to dental implant placement with 3D CBCT: comparison between edentulous and dental mandibles / E. Sener, E. Onem, G.C. Akar, F. Govsa, M.A.Ozer, Y. Pinar, A. Mert, B.G. Baksi Sen // Surg Radiol Anat., Jun. 2018. — Vol.40(6). — P. 615–623
148. Shahidi, S. Evaluation of Anatomic Variations in Maxillary Sinus with the Aid of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in a Population in South of Iran / S. Shahidi, B. Zamiri, S. Momeni Danaei, S. Salehi, S. Hamedani // Journal of Dentistry.— 2016. — Vol.17(1). — P. 7–15

149. Shan, P.N. Accessory branch of canalis sinuosus mimicking external root resorption: A diagnostic dilemma / P.N. Shan, A.V. Arora, S.V. Kapoor // Journal of Conserv Dent.— 2017. — Vol.20(6). — P. 479–481
150. Silva, Ramos. Absence and hypoplasia of the mental foramen detected in CBCT images: a case report / Silva Ramos, L.M. Fernandes, A.L. Capelozza, I.R. Rubira-Bullen // Surg Rad Anat.— 2011. — Vol.33. — P. 731–734
151. Sina, Haghanifar. Evaluation of the location of the posterior superior alveolar artery in the maxillary sinus by Cone beam computed tomography / Haghanifar Sina, Moudi Ehsan, Gholinia Hemmat, Mohammadian Peiman // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)., April. 2016. — Vol.7(3). — P. 1173–1181
152. Smiler, D.G. The sinus lift graft: basic technique and variations / D.G. Smiler // Pract Periodontics Aesthet Dent.— 1997. — P. 885–893.
153. Solar, P. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures / P. Solar, U. Geyerhofer, H. Traxler, A. Windisch, C. Ulm, G.Watzek // Clin Oral Implants Res.— 1999. — Vol.10(1). — P. 34–44.
154. Starkie, C. INRA-mandibular course of inferior dental nerve / C. Starkie, D. Stewar // J Anat.— 1931. — Vol.65. — P. 319–323
155. Summers, R. B. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique / R. B. Summers //Compendium.— 1994. — Vol.15(2). — P. 154–156
156. Tatum, H. Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions / H. Jr. Tatum // Dental clinics of North America.— 1986. — Vol.30(2). — P. 207–229
157. Tatum, O. H. Jr. Sinus augmentation. Rationale, development, longterm results / O. H. Jr. Tatum, M. S. Lebowitz, C. A. Tatum, R. A. Borgner // The New York State Dental Journal.— 1993. — Vol.59(5). — P. 43–48
158. Tolstunov, L. Horizontal Alveolar Ridge Augmentation in Implant Dentistry: A Surgical Manual / L. Tolstunov. — Wiley-Blackwell., February.2016. — P. 320
159. Tong, D.C. A review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis / D.C. Tong, K. Rioux, M.Drangsholt, O.R. Beirne // International Journal of Oral and Maxillofacial Implants.— 1998. — Vol. 13. — P. 175–182
160. Torres M.G. Branch of the canalis sinuosus: a rare anatomical variation — a case report / M.G. Torres, L. de Faro Valverde, M.T. Vidal, I.M. Crusoe-Rebello // Surg Radiol Anat.— 2015. — Vol. 37(7). — P. 879–881

161. Traxler, H. Arterial blood supply of the maxillary sinus / H. Traxler, A. Windisch, U. Geyerhofer, R. Surd, P. Solar, W.Firbas // Clin Anat.— 1999. — Vol.12. — P. 417–421
162. Trombelli, L. Minimally invasive transcrestal sinus floor elevation with deproteinized bovine bone or β-tricalcium phosphate: a multicenter, double-blind, randomized, controlled clinical trial / L. Trombelli, G. Franceschetti, C. Stacchi, [et al.] // Journal of Clinical Periodontology.— 2014. — Vol.41(3). — P. 311–319
163. Vandenbergh, J.P. Anatomical aspects of sinus floor elevations / J.P. Vandenbergh, C.M. Tenbruggenkate, F.J. Disch, Tuinzingdb // Clin Oral Implants Res 11.— 2000. — P. 256–265
164. Varela-Centelles, P. Distance of the alveolar antral artery from the alveolar crest. Related factors and surgical considerations in sinus floor elevation / P. Varela-Centelles, M. Loira-Gago, A. Gonzalez-Mosquera, J.M. Seoane-Romero, J.M. Garcia-Martin, J. Seoane // Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal.— 2016. — Vol.21(6). — P. 758–765
165. Vazquez, L. Reliability of the vertical magnification factor on panoramic radiographs: clinical implications for posterior mandibular implants / L. Vazquez, Y. N. Al Din, U. C. Belser, C. Combescure, J-P. Bernard // Clinical Oral Implants Research.— 2011. — Vol.22(12). — P. 1420–1425
166. Von Arx, T. Assessment of bone channels other than the nasopalatine canal in the anterior maxilla using limited cone beam computed tomography / T. Von Arx, S. Lozanoff, P. Sendi, M.M. Bornstein // Surgical and Radiologic Anatomy.— 2013. — Vol.35(9). — P. 783–790
167. Von Arx, T. Anterior superior alveolar nerve (ASAN) / T. Von Arx, S.Lozanoff // Swiss Dent J.— 2015. — Vol.125(11). — P. 1202–1209
168. Wadu, S.G. Morphological variability of the human inferior alveolar nerve / S.G. Wadu, B. Penhall, G.C. Townsend // Clin Anat.— 1997. — Vol. 10. — P. 82–87
169. Walton, J.N. Altered sensation associated with implants in the anterior mandible: a prospective study. / J.N. Walton // J Prosthet Dent.— 2000. — Vol. 83 (4). — P. 443–449
170. Wanzeler, A.M. Anatomical study of the canalis sinuosus in 100 cone beam computed tomography examinations / A.M. Wanzeler, C.G. Marinho, S.M. Alves Junior, F.R. Manzi, F.M. Tuji // Oral Maxillofac Surg.— 2015. — Vol. 19(1). — P. 49–53

171. Watanabe, H. Mandible size and morphology determined with CT on a premise of dental implant operation / H. Watanabe, M. Mohammad Abdul, T. Kurabayashi, H.Aoki // Surgical and Radiologic Anatomy.— 2010. — Vol.32. — P. 343–349
172. White, S. C. *Oral radiology: Principles and Interpretation*. 4th. / S. C. White, M. J. Pharoah. — St Louis: Mosby, 2000
173. Williams, P. L. *Gray's Anatomy*. 37th. / P. L. Williams, R. Warwick, M. Dyson, L. H. Bannister. — Livingstone: Edinburgh: Churchill, 1989
174. Wong, S.K. Measuring anterior loop length of the inferior alveolar nerve to estimate safe zone in implant planning: A CBCT study in a Malaysian population / S.K. Wong, P.G. Patil // J Prosthet Dent., Aug. 2018. — Vol.120(2). — P. 210–213
175. Yang, S-M. Location of maxillary intraosseous vascular anastomosis based on the tooth position and height of the residual alveolar bone: computed tomographic analysis / S-M. Yang, S-B. Kye //Journal of Periodontal and Implant Science.— 2014. — Vol.44(2). — P. 50–56.
176. Zimmermann, M. Intraoral scanning systems — a current overview / M. Zimmermann, A. Mehl, W.H. Mörmann, S. Reich // Int J Comput Dent.— 2015. — Vol. 18(2). — P. 101–129