

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Коблов Дмитрий Александрович

**ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОБЕЗБОЛИВАНИЮ
В ОБЛАСТИ ПОДГЛАЗНИЧНОГО ОТВЕРСТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ
НАВИГАЦИОННОГО ШАБЛОНА**

3.1.7. Стоматология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Лапина Наталья Викторовна

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
 ГЛАВА 1. АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕСТНОГО ПРОВОДНИКОВОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДГЛАЗНИЧНОГО ОТВЕРСТИЯ.....	20
1.1 Анатомические особенности строения верхней челюсти.....	20
1.2 Топографо-анатомические особенности подглазничного отверстия и способы определения его расположения на теле верхней челюсти	23
1.3 Достоинства и недостатки способов выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия.....	27
1.4 Рентгенологические способы оценки топографии подглазничного отверстия	30
1.5 Цифровые способы оценки топографии подглазничного отверстия	36
1.6 Виды навигационных шаблонов, которые используются в настоящее время. Достоинства и недостатки устройств, существующих в настоящее время для выполнения проводникового обезболивания в стоматологической практике	39
1.7 Современные материалы и оборудование, а также их достоинства и недостатки, применяемые для 3D-печати навигационных хирургических шаблонов в стоматологической практике	41
 ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАВИГАЦИОННОГО ШАБЛОНА И МЕТОДЫ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ.....	45
2.1 Рентгенологический метод исследования	48

2.2	Экспериментальное (ретроспективное) исследование краниометрических параметров подглазничного отверстия на анатомических препаратах сухих и стереолитографических моделях черепа человека	52
2.3	Цифровое сканирование	55
2.4	Программы цифрового планирования и 3D-печати индивидуального навигационного шаблона для выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия.....	56
2.5	Аддитивное изготовление индивидуального навигационного шаблона: оборудование, материалы и режимы	58
2.6	Клинический этап исследования	61
2.7	Статистические методы исследования	63
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....		65
3.1	Оценка морфометрических и анатомо-топографических показателей подглазничного отверстия на основании изучения разработанных баз данных конусно-лучевой компьютерной томографии.....	65
3.1.1	Морфометрический анализ подглазничного отверстия.....	65
3.1.2	Анатомо-топографический анализ периинфраорбитальной области с правой и левой стороны передней поверхности тела верхней челюсти	71
3.2	Краниометрический анализ морфометрических и анатомо-топографических характеристик подглазничного отверстия.....	74
3.3	Разработка математической модели угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия при выполнении инфраорбитальной анестезии	79
3.4	Результаты анализа значений угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия при выполнении инфраорбитальной анестезии при помощи индивидуального навигационного шаблона	85

3.4.1 Результаты ретроспективного анализа угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка верхней челюсти по отношению к телу верхнечелюстной кости и индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора в зону подглазничного отверстия.....	86
3.4.2 Результаты анализа угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка верхней челюсти по отношению к телу верхнечелюстной кости и индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора в зону подглазничного отверстия по данным конусно-лучевой компьютерной томографии сухих человеческих черепов.....	90
3.5 Разработка основных технических элементов и параметров навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия.....	95
3.6 Разработка технологии изготовления индивидуального навигационного шаблона для проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии	100
3.7 Анализ клинической эффективности применения индивидуального навигационного шаблона для выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении операции резекции верхушки корня зуба	107
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	125
4.1 Сравнительный анализ собственных морфометрических, анатомо-топографических показателей по данным конусно-лучевой компьютерной томографии и краниометрических исследований сухих человеческих черепов с результатами литературных источников	126
4.2 Сравнительный анализ классических способов выполнения инфраорбитальной анестезии и с разработанным цифровым протоколом применения индивидуального навигационного шаблона.....	134

4.3 Анализ значений угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия, разработанных на основании математической модели цифрового планирования и выполнения инфраорбитальной анестезии при помощи индивидуального навигационного шаблона	138
4.4 Анализ клинической эффективности применения индивидуального навигационного шаблона для местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии по результатам собственных исследований и данных литературных источников, описывающих классические способы исполнения инфраорбитальной анестезии	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
Выводы	149
Практические рекомендации.....	151
Перспективы дальнейшей разработки темы	153
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	154
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	155
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	173
ПРИЛОЖЕНИЯ	183
Приложение А. Свидетельство о государственной регистрации базы данных	183
Приложение Б. Патенты на изобретения	184
Приложение В. Акты внедрения	188

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Эффективное местное обезболивание является неотъемлемым условием выполнения стоматологических манипуляций: оно снижает риск развития стоматофобии и обеспечивает комфорт пациента. Однако любой вид анестезии сопряжён с возможностью возникновения осложнений общего и местного характера [24]. При лечении зубов верхней челюсти традиционно предпочтение отдают инфильтрационной анестезии ввиду её технической простоты, оптимальной продолжительности при небольших вмешательствах и минимального риска травмирования сосудисто-нервного пучка. Недостатком метода является необходимость введения большего объёма анестетика (в том числе дополнительных доз), что повышает вероятность системных токсических реакций.

Инфраорбитальная анестезия, представляющая собой вариант проводникового обезболивания на верхней челюсти, применяется относительно редко. Техника заключается во введении анестетика в зону подглазничного отверстия (*foramen infraorbitale*) (ПО), что обеспечивает блокаду периферических ветвей подглазничного нерва – малой «гусиной лапки», передних и средних верхних альвеолярных ветвей. Вследствие этого достигается анестезия области, простирающейся от медиального резца до второго премоляра, с захватом альвеолярного отростка и передней поверхности тела верхней челюсти. Необходимый объём анестетика невелик – 0,8–1,2 мл. При включении в состав раствора вазоконстриктора продолжительность обезболивания составляет от 90 до 180 минут [13, 53].

Несмотря на указанные преимущества, эффективность инфраорбитальной блокады в среднем не превышает 68 %, а частота общих и местных осложнений достигает 22 %, причём около 15 % из них связано с недостаточной глубиной анестезии. Основные причины – нарушение техники и недостаточность анатомических ориентиров [3, 46]. Классический метод проведения анестезии

опирается на усреднённые анатомические данные и внешние ориентиры: нижнеглазничный край, зрачок, премоляры, резцы и не гарантирует точного подведения иглы к целевому пункту, поскольку не учитывает индивидуальную вариабельность строения лицевого скелета. Это объясняет сохраняющиеся недостатки метода: сложность исполнения, неполный обезболивающий эффект, риск травмы нерва, гематомы, интраваскулярной инъекции, диплопии и других осложнений.

Изложенное выше обосновывает необходимость индивидуализированного подхода к выполнению местного обезболивания, в том числе инфраорбитальной анестезии и зубосохраняющих операций на верхней челюсти. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) даёт возможность точно оценить топографию подглазничного отверстия, ход подглазничного канала, а также характер сочленения альвеолярного отростка с телом верхней челюсти. Предварительное 3D-планирование анестезии и хирургического этапа (например, цистэктомии) с изготовлением навигационного шаблона для инъекции в область подглазничного отверстия и последующей резекции верхушки корня делает методику предсказуемой, атравматичной, безопасной и воспроизводимой. В то же время данный подход нуждается в дальнейшем углублённом анализе, что и обосновывает актуальность представленной работы.

Степень разработанности темы

Анализ научной литературы показывает, что проблема эффективного и безопасного местного обезболивания в стоматологии остаётся одной из ключевых, несмотря на длительную историю изучения. Особое место занимает инфраорбитальная анестезия как метод проводникового обезболивания на верхней челюсти, обладающий рядом преимуществ перед инфильтрационной техникой, но при этом сохраняются высокие показатели неэффективности и частоты осложнений [3, 24, 46].

В доступной литературе представлены работы, посвящённые изучению формы, размеров и топографии подглазничного отверстия на различных популяционных выборках. Большинство авторов приводили

среднестатистические данные, не учитывающие индивидуальную изменчивость [95, 106]. При этом имеются разрозненные сведения о преобладании овальной формы отверстия, однако данные о частоте встречаемости круглой, треугольной и полулунной форм значительно варьируют [120, 124]. Вопросы половых различий и латеральной асимметрии форм подглазничного отверстия остаются дискуссионными: одни исследователи не выявляют значимых различий, другие указывают на отдельные закономерности, которые не были систематически подтверждены [116]. Наличие добавочных подглазничных отверстий описано в литературе, но их частота, латерализация и половая обусловленность требуют уточнения [96, 118, 122].

Важно отметить, что зависимость линейных размеров отверстия от его формы ранее не изучалась, хотя это имеет прямое клиническое значение.

Классические методы инфраорбитальной блокады, описанные в руководствах по местному обезболиванию в стоматологии, основаны на использовании внешних анатомических ориентиров: нижнеглазничного края, зрачка, крыла носа, премоляров или резцов. Эти ориентиры являются усреднёнными и не учитывают вариабельность строения лицевого скелета у разных пациентов. В литературе неоднократно указывалось на недостаточную эффективность такого подхода: частота полноценной анестезии не превышает двух третей случаев, а каждый пятый пациент сталкивается с осложнениями — от локальной гематомы до серьёзных нарушений, таких как диплопия или травма нерва [29]. Причинным фактором большинства осложнений признано неточное попадание иглы в целевую точку или интраваскулярное введение анестетика. Однако системных работ, предлагающих способ индивидуализации техники анестезии на основе предоперационной визуализации, в доступной литературе отсутствуют, а единичные научные исследования ориентированы на среднее расстояние от края орбиты до подглазничного отверстия (6,8 мм), которое заложено в конструкцию, но универсальные навигаторы не решают проблемы персонализированной анестезии [15, 55, 87].

В последние десятилетия конусно-лучевая компьютерная томография заняла прочное место в стоматологической практике, активно применяясь для диагностики

и планирования хирургических вмешательств. В литературе представлены работы, в которых КЛКТ используется для изучения топографии подглазничного отверстия и измерения расстояний до различных анатомических ориентиров. Однако большинство этих исследований носят описательный характер и не предлагают конкретных алгоритмов, позволяющих перейти от полученных диагностических данных непосредственно к выполнению инфраорбитальной анестезии.

Отсутствуют работы, в которых на основе КЛКТ-данных создавались бы персонализированные навигационные устройства для направленного введения иглы к подглазничному отверстию. Единичные публикации касаются навигационных шаблонов для дентальной имплантации, но не для регионарной анестезии.

Вопросы расчёта оптимальной траектории введения иглы при проводниковых блокадах остаются практически не разработанными. В литературе встречаются отдельные указания на необходимость учёта угла наклона альвеолярного отростка относительно тела верхней челюсти, однако количественных моделей, связывающих анатомические параметры с индивидуальным углом введения, не предложено. Отсутствуют данные о корреляции между углом конвергенции альвеолярного отростка и требуемым углом инъекции, что затрудняет перенос принципов персонализированной медицины в практику местного обезболивания.

В современной стоматологии активно развиваются цифровые протоколы, включающие внутриротовое сканирование, 3D-печать и совмещение изображений. Однако применительно к инфраорбитальной анестезии такие протоколы не описаны. Отсутствуют электронные базы данных, систематизирующие индивидуальные параметры подглазничного отверстия и периинфраорбитальной области, которые могли бы служить основой для научного анализа и клинической реализации персонализированного подхода. Создание и валидация подобных баз данных представляет собой нерешённую задачу.

Рандомизированных клинических испытаний, сравнивающих традиционную инфраорбитальную анестезию с анестезией с использованием индивидуальных навигационных шаблонов, в доступной литературе не выявлено.

Нет данных о том, влияет ли применение шаблонов на время наступления анестезии, объём вводимого анестетика, частоту осложнений и качество обезболивания при хирургических вмешательствах, в частности при цистэктомии на верхней челюсти. Эффективность последовательного выполнения через одно навигационное окно как анестезии, так и оперативного доступа не оценивалась.

Таким образом, степень разработанности темы исследования характеризуется наличием ряда нерешённых проблем: отсутствием систематизированных данных об анатомической изменчивости подглазничного отверстия с учётом формы и латеральной асимметрии; недостаточностью сведений о взаимосвязи формы и размеров отверстия; отсутствием математических моделей для расчёта индивидуальной траектории инъекции; неразработанностью цифровых протоколов создания навигационных шаблонов для инфраорбитальной анестезии; дефицитом клинических доказательств эффективности и безопасности персонализированного подхода. Это определяет необходимость проведения комплексного исследования, направленного на решение указанных проблем.

Цель исследования – оптимизация методики инфраорбитальной анестезии при выполнении зубосохраняющих операций на верхней челюсти путем цифрового планирования и применения индивидуального навигационного шаблона.

Задачи исследования:

1. Выявить вариабельность анатомо-топографических особенностей подглазничного отверстия при использовании конусно-лучевой компьютерной томографии.
2. Создать базу данных анатомо-топографических параметров подглазничного отверстия с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии.
3. Предложить математическую модель расчета индивидуальных краниометрических параметров лицевого скелета, необходимых для цифрового планирования инфраорбитального обезболивания.
4. Разработать технологию изготовления навигационного шаблона для инфраорбитального обезболивания.

5. Разработать протокол цифрового планирования и изготовления навигационного шаблона для инфраорбитального обезболивания.

6. Провести анализ клинической эффективности местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия мануальным способом с применением индивидуального навигационного шаблона при выполнении цистэктомии.

Научная новизна исследования:

1. Впервые выявлены дополнительные анатомо-топографические данные вариабельности подглазничного отверстия с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии.

2. Впервые создана база данных вариабельности анатомо-топографических параметров подглазничного отверстия с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии (приложение А).

3. Впервые предложена математическая модель расчета индивидуальных краниометрических параметров лицевого скелета, необходимых для цифрового планирования инфраорбитального обезболивания (приложение Б).

4. Впервые разработана технология изготовления навигационного шаблона для инфраорбитального обезболивания.

5. Впервые разработан протокол цифрового планирования инфраорбитального обезболивания.

6. Впервые проведен анализ клинической эффективности местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с применением индивидуального навигационного шаблона при выполнении цистэктомии.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость проведенного исследования заключается в расширении и систематизации существующих представлений об анатомической изменчивости подглазничного отверстия и ее клиническом значении для выполнения проводниковой анестезии на верхней челюсти. Впервые на репрезентативной выборке (160 КЛКТ и 30 сухих черепов) получены уточнённые

данные о частоте форм подглазничного отверстия: овальной (60,6 %), круглой (24,4 %), треугольной (11,7 %) и полулунной (3,3 %). Выявлена ранее не описанная латеральная асимметрия: круглая форма у мужчин достоверно чаще встречается слева (в 6 раз), полулунная – исключительно у женщин (6,25 %). Эти данные вносят вклад в краниологию, антропологию и судебную медицину.

Впервые установлена зависимость линейных размеров подглазничного отверстия от его формы: продольный и поперечный диаметры достоверно различаются при разных формах справа ($p \leq 0,015$), достигая максимума при полулунной форме и минимума при круглой и треугольной, что открывает новое направление в морфометрии.

Разработана и прошла валидацию электронная база данных, содержащая индивидуальные анатомические параметры подглазничного отверстия и окружающей его области. Эта база может служить инструментом для научных исследований и для персонализации анестезии. На её основе создана математическая модель, позволяющая вычислить угол введения иглы, используя угол конвергенции (схождения) альвеолярного отростка с телом верхней челюсти (корреляция $\rho = 0,995$, коэффициент детерминации $R^2 = 99,3 \%$). Модель даёт возможность прогнозировать оптимальную траекторию инъекции без необходимости измерения линейных параметров.

Практическая ценность работы подтверждена клиническими данными и возможностью непосредственного внедрения разработанных методов в повседневную стоматологическую практику. В рандомизированном исследовании ($n = 40$) применение индивидуального навигационного шаблона снизило частоту осложнений с 25 % (гематома, ишемия, болезненность, диплопия) до 5 % (только гематома). Время наступления анестезии сократилось в 1,7 раза (медиана 39 с против 67 с, $p < 0,05$), объём вводимого анестетика – в 2,3 раза (0,6 мл против 1,4 мл, $p < 0,001$).

Разработан сквозной цифровой протокол: КЛКТ → внутриротовое сканирование → определение угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка по отношению к телу верхнечелюстной кости (УИК) и индивидуального

угла введения иглы карпульного инъектора в зону подглазничного отверстия (УИВ) в программе 3Diagnosys → совмещение в RealGUIDE 5 → 3D-печать из биосовместимой фотополимерной смолы Dental Yellow Clear Pro, который воспроизводим в клиниках, оснащённых КЛКТ, сканером и 3D-принтером. Создана карта оценки морфометрических параметров для предоперационного планирования. SLA-модели черепов могут использоваться для обучения врачей. Предложенный подход масштабируется на другие виды проводниковой анестезии и хирургические вмешательства на верхней челюсти, требующие точного подведения инструмента к анатомической структуре. Таким образом, работа имеет как фундаментальное значение для анатомии и персонализированной медицины, так и прикладной результат – внедрение нового медицинского изделия и эффективного цифрового протокола в стоматологическую практику.

Методология и методы исследования

Методология исследования включала пять последовательных этапов.

I этап – теоретический. Проведён поиск и анализ отечественных и зарубежных литературных источников по ключевым словам в базах данных (РИНЦ, Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar, eLIBRARY.RU и др.).

II этап – эмпирический (ретроспективное морфометрическое исследование). Выполнен ретроспективный анализ конусно-лучевых компьютерных томограмм верхней челюсти 160 пациентов (80 мужчин, 80 женщин) в возрасте от 18 до 75 лет. Методика включала определение продольного и поперечного размеров ПО, его формы, наличия добавочных отверстий, а также измерение расстояний от нижнего края глазницы до центра ПО, от центра ПО до основания альвеолярного отростка и до носовой апертуры. Измерения проводились на сагиттальных, аксиальных и коронарных реформатах КЛКТ. Сформирована карта оценки индивидуальных морфометрических параметров и электронная база данных.

III этап – проспективное экспериментальное исследование включало: морфометрические и топографо-анатомическое исследование 30 сухих черепов (14 мужских, 16 женских), на которых проводились краниометрические измерения продольного и поперечного диаметров ПО, формы, добавочных

отверстий, а также замеры размеров периинфраорбитальной области с последующим выполнением КЛКТ сухих черепов, зафиксированных на штативе, с последующим совмещением с цифровыми сканами в программе «RealGUIDE 5» (Италия), и экспериментальное прототипирование 30 стереолитографических копий черепов (SLA-модели) из фотополимерной смолы на 3D-принтере. Модели использовались для планирования навигационного шаблона, отработки траектории введения иглы и проверки посадки шаблона.

Цифровое планирование индивидуального навигационного шаблона для инфраорбитальной анестезии в программе «RealGUIDE 5» путём совмещения STL-файлов (внутриротовое сканирование) и DICOM-файлов (КЛКТ). Аддитивное изготовление шаблонов из фотополимерной смолы.

IV этап – рандомизированное клиническое исследование. В клинике отобрано 40 пациентов в возрасте 25–45 лет с диагнозом «хронический апикальный периодонтит» (K04.5) в области от 15 до 25 зубов, требующих цистэктомии. Методом последовательной рандомизации пациенты разделены на две группы по 20 человек: основная – инфраорбитальная анестезия и цистэктомия с использованием индивидуального навигационного шаблона; контрольная – классическая мануальная инфраорбитальная анестезия по анатомическим ориентирам. Группы сопоставимы по полу и возрасту. Использовался местный анестетик: 4 % артикаин с адреналином 1:200 000. Протокол для основной группы: КЛКТ → внутриротовое сканирование → определение УИК и УИВ в программе 3Diagnosys → совмещение в «RealGUIDE 5» → 3D-печать шаблона → направленная инъекция. Регистрировались: латентный период анестезии (секундомер), зоны обезболивания (кожа нижнего века, крыло носа, верхняя губа, слизистая альвеолярного отростка), объём введённого анестетика (мл), осложнения (гематома, парестезия, диплопия, болезненность). Глубина анестезии оценивалась по 4-балльной шкале.

V этап – статистический анализ. Обработка данных выполнена с использованием программы StatTech v. 4.12.5. Проверка нормальности распределения – по критерию Колмогорова-Смирнова. При нормальном

распределении данные описывались как среднее и стандартное отклонение (95 % ДИ), при ненормальном – как медиана и квартили. Сравнение групп проводилось с помощью t-критерия Уэлча (нормальное распределение) или U-критерия Манна-Уитни (ненормальное). Корреляционный анализ – по Пирсону или Спирмену. Для прогнозирования применялась линейная регрессия, дискриминационная способность оценивалась ROC-анализом с определением cut-off точки по индексу Юдена. Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Положения, выносимые на защиту:

1. Установлены ранее не описанные половые различия и латеральная асимметрия подглазничного отверстия: овальная форма встречается с одинаковой частотой у мужчин и женщин около 60 % с левосторонним преобладанием (+3,6 %) независимо от пола; круглая форма достоверно преобладает у мужчин – 30 % против 18,75 % у женщин и характеризуется резким левосторонним доминированием у мужчин в 6 раз чаще справа и двукратным левосторонним преобладанием у женщин. Эти данные вносят вклад в понимание индивидуальной анатомической изменчивости и не имеют аналогов в литературе.

2. Впервые установлена зависимость линейных размеров подглазничного отверстия от его формы, имеющая асимметричный характер: на правой стороне продольный и поперечный диаметры статистически значимо различаются при разных формах ($p \leq 0,015$), достигая максимума при полулунной форме – 5,7 мм и 3,8 мм при овальной, и минимума при круглой 3,2 мм и треугольной и 2,5 мм; на левой стороне достоверных различий не выявлено ($p > 0,05$). Данная закономерность имеет клиническое значение, так как форма подглазничного отверстия, определяемая при помощи конусно-лучевой компьютерной томографии, позволяет прогнозировать его фактические размеры, что важно при планировании хирургических доступов и регионарных блокад.

3. Персонифицированная геометрическая модель целевой зоны, показывающая взаимосвязь между углом конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и углом введения иглы описывается строгой линейной зависимостью, что доказывает детерминированность траектории

инфраорбитальной анестезии индивидуальной анатомией альвеолярного отростка. Данное положение является основой для цифрового планирования и изготовления индивидуальных навигационных шаблонов для местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия.

4. Клиническая эффективность персонализированного навигационного шаблона: Применение индивидуального навигационного шаблона, спроектированного на основе математической модели и КЛКТ-данных, при цистэктомии обеспечивает достоверное ($p < 0,01$) сокращение времени наступления анестезии в 1,7 раза, снижение объёма анестетика в 2,3 раза и уменьшение частоты осложнений с 25 % до 5 % по сравнению с классической инфраорбитальной анестезией, что подтверждает безопасность, точность и воспроизводимость метода в клинической практике.

Степень достоверности и апробации результатов

Степень достоверности результатов определяется репрезентативным объёмом исследованного материала и корректным применением современных методов статистической обработки. В работе проанализированы 160 конусно-лучевых компьютерных томограмм пациентов (80 мужчин, 80 женщин), 30 сухих человеческих черепов (14 мужских, 16 женских) и проведено рандомизированное клиническое исследование с участием 40 пациентов (по 20 в основной и контрольной группах). Использованы высокоинформативные методы: конусно-лучевая компьютерная томография, внутриротовое цифровое сканирование, краниометрия, 3D-моделирование и аддитивное производство.

Статистическая обработка выполнена с использованием лицензионного программного обеспечения StatTech v. 4.12.5 (Россия) с применением параметрических и непараметрических критериев (Колмогорова-Смирнова, t-критерий Уэлча, U-критерий Манна-Уитни, корреляционный анализ по Пирсону и Спирмену, линейная регрессия, ROC-анализ). Все выводы основаны на статистически значимых различиях ($p < 0,05$) и высоких коэффициентах корреляции ($\rho = 0,995$, $R^2 = 99,3 \%$). Полученные данные сопоставлены с широким кругом отечественных и зарубежных публикаций, что подтверждает научную обоснованность результатов.

Основные результаты диссертации были представлены на ряде научно-практических форумов международного и всероссийского уровня. Среди них: конференция «Современные аспекты комплексной стоматологической реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области» (Краснодар, 2023, 2024, 2025); всероссийская конференция «Актуальные вопросы стоматологии» (Казань, 2024); конференция «Актуальные вопросы современной стоматологии» (Курск, 2024); VII Международная конференция молодых учёных-стоматологов «Ученики – учителям», посвящённая памяти профессора Н.А. Плотникова (Москва, 2026). Представленные на этих мероприятиях материалы были доложены и обсуждены, что подтверждает, как научную, так и практическую значимость выполненного исследования.

Апробация диссертации проведена на расширенном заседании кафедры стоматологии, кафедры ортопедической стоматологии, кафедры терапевтической стоматологии, кафедры хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, кафедры детской стоматологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии, кафедры стоматологии общей практики и кафедры фундаментальной и клинической биохимии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 13 от 22 июня 2026 г.).

Соответствие диссертации научной специальности

Основные научные положения диссертации соответствуют п. 9 «Разработка и совершенствование стоматологических материалов, инструментов и оборудования», п. 10 «Разработка цифровых технологий в стоматологии» паспорта специальности 3.1.7. Стоматология.

Внедрение результатов работы в практику

Итоговые результаты диссертационного исследования, а также запатентованные способы внедрены в практику: стоматологических отделений Клиники федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский

университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Клиника ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России), государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Стоматологическая поликлиника № 3» министерства здравоохранения Краснодарского края (ГБУЗ «Стоматологическая поликлиника № 3» Минздрава Краснодарского края). Результаты исследования используются в образовательном процессе на кафедре стоматологии общей практики ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (приложение В).

Личный вклад автора

Автором лично выполнен весь объём работы, представленной в диссертации. На этапе теоретического анализа проведён самостоятельный поиск, систематизация и критический анализ отечественных и зарубежных литературных источников по проблеме анатомической изменчивости подглазничного отверстия и методам инфраорбитальной анестезии.

Автором лично разработан дизайн исследования и определены критерии отбора пациентов (включения/исключения). Самостоятельно выполнен ретроспективный морфометрический анализ 160 конусно-лучевых компьютерных томограмм (80 мужчин и 80 женщин). В ходе анализа измерялись продольный и поперечный диаметры подглазничного отверстия, оценивались его форма, наличие добавочных отверстий, а также расстояния до основных костных ориентиров. Кроме того, автором создана и валидирована электронная база данных, содержащая индивидуальные параметры подглазничного отверстия.

Автором самостоятельно выполнено краниометрическое исследование 30 сухих черепов человека (14 мужских, 16 женских) с использованием штангенциркуля по стандартизированным методикам. Лично проведено сканирование и КЛКТ сухих черепов, определение УИК и УИВ в программе 3Diagnosys, совмещение изображений в программе «RealGUIDE 5», а также прототипирование 30 стереолитографических моделей черепов и проектирование индивидуальных навигационных шаблонов для инфраорбитальной анестезии.

Автор непосредственно участвовал в аддитивном производстве навигационных шаблонов: выбор режимов печати, постобработка, стерилизация.

В рамках рандомизированного клинического исследования (40 пациентов) автором проводились отбор пациентов, выполнение инфраорбитальной анестезии с использованием классической методики и разработанного шаблона, регистрация ключевых параметров (латентный период, объём анестетика, зоны обезболивания, осложнения), а также операции цистэктомии. Лично выполнена статистическая обработка полученных данных с применением современных методов вариационной статистики, интерпретация результатов и формулировка выводов.

Автором самостоятельно подготовлены основные публикации по теме диссертационной работы, представлены доклады на научных конференциях, оформлены патентные документы. Внедрение полученных результатов в клиническую практику и учебный процесс осуществлено при непосредственном участии автора.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 20 научных работ, из них 9 – в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, или индексируемых базой данных RSCI, или входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук, и издания, приравненные к ним, в том числе получено 3 патента на изобретения, 1 патент на полезную модель и 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Структура и объем диссертации

Материалы диссертации изложены на 200 страницах и включают: введение, четыре главы, заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений, список литературы, включающий 92 отечественных и 33 зарубежные научные работы, приложения. Диссертационная работа проиллюстрирована 36 таблицами и 63 рисунками.

ГЛАВА 1

АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕСТНОГО ПРОВОДНИКОВОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОДГЛАЗНИЧНОГО ОТВЕРСТИЯ

Верхняя челюсть – ключевая анатомическая структура средней зоны лицевого скелета. Она несёт важную функциональную и эстетическую нагрузку, а также представляет собой клинически значимую область, где выполняются различные оперативные вмешательства: имплантация, цистэктомия, эндодонтическое лечение. Для предотвращения ятрогенных осложнений (кровотечений, неврологических нарушений) необходимо доскональное знание не только общего строения верхней челюсти, но и анатомических особенностей подглазничного канала. Этот канал открывается на участке лица, который важен как с эстетической точки зрения, так и с позиции хирургических доступов. Кроме того, его строение имеет значение при выполнении проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия [7, 25].

1.1 Анатомические особенности строения верхней челюсти

Верхняя челюсть (maxilla), является парной костью лицевого черепа и занимает центральное положение в его структуре. Она образует соединение с костями лицевого и мозгового черепа при помощи скулового, носового, лобного отростков с лобной, решетчатой и клиновидной костью [10].

Морфологически кость представлена телом и четырьмя отростками: лобным (processus frontalis), скуловым (processus zygomaticus), нёбным (processus palatinus) и альвеолярным (processus alveolaris). Лобный и скуловой отростки

формируют соединения с соответствующими костями, в то время как нёбные отростки правой и левой половин челюсти, соединяясь, образуют переднюю часть твёрдого нёба. Альвеолярный отросток содержит зубные альвеолы (лунки).

В сагиттальной проекции тело верхней челюсти приближается к форме трехгранной пирамиды, основанием обращённой к латеральной стенке полости носа (граница грушевидного отверстия). Верхняя поверхность тела формирует тонкую, неоднородную по толщине глазничную (орбитальную) поверхность, составляющую дно глазницы.

На передней поверхности тела выделяются клыковую ямку (*fossa canina*), которая представляет собой углубление ниже подглазничного края. Также на передней поверхности тела челюсти располагается подглазничное отверстие (*foramen infraorbitale*) – место выхода одноимённого нерва (ветвь *n. maxillaris*, V2) [122], обеспечивающего чувствительную иннервацию кожи крыла носа, щеки и верхней губы. С латеральной и задней стороны располагается бугор верхней челюсти (*tuber maxillae*), который через крыловидный отросток клиновидной кости участвует в формировании крылонёбной ямки (*fossa pterygopalatina*) [83].

В работах Мельниченко Ю. М. (2023) и Мехтиева Р. С. (2022, 2023). важнейшей внутренней структурой тела является верхнечелюстная (гайморова) пазуха (*sinus maxillaris*) объёмом 5-30 см³. Она сообщается с полостью носа через полулунную расщелину (*hiatus semilunaris*) в среднем носовом ходе. Её слизистая оболочка (*Schneiderian membrane*) трёхслойна: внутренний (базальный) слой содержит фибробласты и выполняет роль надкостницы, средний – богат железами, наружный (обращённый в просвет) – представлен мерцательным эпителием [7, 45].

Несмотря на преобладание губчатого вещества (*substantia spongiosa*) в архитектонике, кость обладает высокой резистентностью к механическим нагрузкам (жевание, удар). Это обеспечивается системой контрфорсов (*buttresses*) – костных утолщений, распределяющих напряжение: лобноносовой (медиальный), который простирается от альвеол резцов и клыка к лобному отростку и носовой кости; скуло-альвеолярный (латеральный): от альвеол моляров через скуло-альвеолярный гребень

к скуловой кости и дуге; крыловидно-нёбный (задний): от бугра челюсти к крыловидному отростку клиновидной кости и нёбный (базальный), который представлен костными утолщениями твёрдого нёба.

«Слабыми местами», подверженными переломам, являются тонкие костные пластинки: слезная кость (*os lacrimale*), решетчатая пластинка (*lamina papyracea*) решетчатой кости, а также медиальные стенки глазницы.

Кровоснабжение осуществляется преимущественно ветвями наружной сонной артерии (*a. carotis externa*), конечными стволами которой являются поверхностная височная (*a. temporalis superficialis*) и верхнечелюстная артерии (*a. maxillaris*). Венозный отток проходит по двум системам: поверхностной (в лицевую и позадичелюстную вены, далее в наружную яремную вену, *v. jugularis externa*) и глубокой (в крыловидное сплетение и далее во внутреннюю яремную вену, *v. jugularis interna*) [79, 95, 103].

Прокофьев А. С. и соавторы (2025) в своей работе описывает, что чувствительная иннервация обеспечивается второй ветвью тройничного нерва (*n. maxillaris, V2*) (рисунок 1).

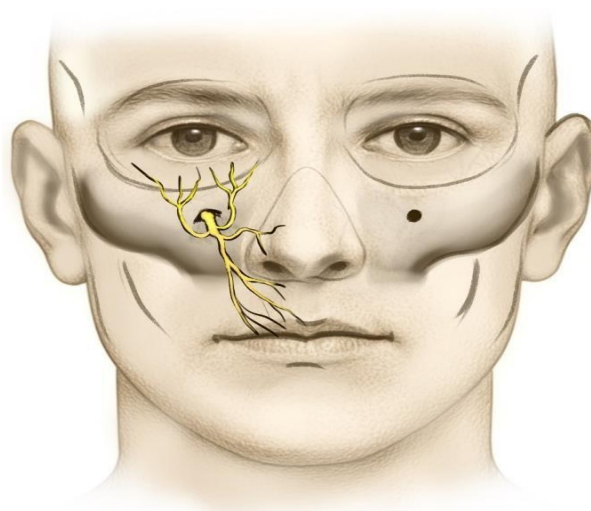


Рисунок 1 – Иннервация передней поверхности тела верхней челюсти подглазничным нервом и его ветвями при выходе из подглазничного отверстия

Выйдя из полости черепа через круглое отверстие (*foramen rotundum*), нерв пересекает крылонёбную ямку, вступает в подглазничный канал (*canalis infraorbitalis*), где отдаёт верхние альвеолярные нервы (*nn. alveolares superiores*),

образующие верхнее зубное сплетение (plexus dentalis superior) для иннервации зубов. Конечные ветви нерва выходят через подглазничное отверстие (foramen infraorbitale), иннервируя кожу средней зоны лица. Третья ветвь (n. mandibularis, V3), содержащая смешанные волокна, иннервирует нижнюю челюсть, жевательную мускулатуру и мышцы нёба [83].

Таким образом, верхняя челюсть является наиболее крупным костным образованием лицевого черепа, располагаясь центрально в средней трети лица. Данная структура выполняет опорную роль для лицевого скелета, служит анатомической границей между ротовой и носовой полостями и характеризуется высокой эстетической и функциональной значимостью.

Использование современных методов цифровой и рентгенологической визуализации с высоким разрешением, в частности конусно-лучевой компьютерной томографии, позволяет получить принципиально новую, индивидуализированную для каждого пациента информацию о вариабельности и анатомических особенностях строения верхней челюсти и её внутрикостных каналов, недоступную при использовании традиционных методов.

1.2 Топографо-анатомические особенности подглазничного отверстия и способы определения его расположения на теле верхней челюсти

Подглазничное отверстие расположено на передней поверхности верхней челюсти, примерно в 1 см ниже края глазницы. Через него выходит подглазничный нерв, который предварительно идёт через нижнюю глазничную щель и подглазничный канал. Канал может открываться одним или несколькими отверстиями. Кабак С. Л. с соавт. (2024) выделяют 4 типа канала: 1 – полностью в стенках пазухи; 2 – частично выступает в пазуху; 3 – внутри пазухи, окружён костной «брыжейкой» (встречается в 7,9–23,2 %, затрудняет эндоскопию); 4 – на границе тела и скулового отростка в переднелатеральной стенке пазухи [36].

Из подглазничного отверстия выходит сосудисто-нервный пучок, иннервирующий и кровоснабжающий нижнее веко, щёку, крыло носа, слизистую гайморовой пазухи, верхнюю губу и зубы верхней челюсти [47, 72, 120, 124, 125]. Недостаточное предоперационное планирование и неточное определение локализации отверстия при проведении внутриротовой проводниковой анестезии чревато травмой нерва и развитием парестезий. Поэтому углублённое изучение индивидуальной анатомии данной зоны с использованием современных рентгенологических и цифровых методов является актуальной задачей для амбулаторной и стационарной стоматологии.

Для повышения эффективности и безопасности проводниковой анестезии (как внутриротовой, так и вне ротовой), а также для успешного выполнения реконструктивных и имплантологических вмешательств необходима точная морфометрическая оценка подглазничного отверстия. Большинство исследований сосредоточены на измерении следующих параметров: расстояния от нижнего края глазницы до верхнего края ПО, горизонтального и вертикального диаметров отверстия, расстояния от нижней границы ПО до окклюзионной плоскости или альвеолярного края, расстояния до грушевидного отверстия, а также на выявлении добавочных подглазничных отверстий. Именно эти показатели определяют успех и безопасность блокады подглазничного нерва.

Согласно данным различных этно-антропологических исследований, наблюдаются значительные вариации указанных параметров. Например, расстояние от нижнего края глазницы до верхнего края ПО, по данным КЛКТ-исследования 105 пациентов в Ливане, составило $6,52 \pm 2,03$ мм справа и $7,3 \pm 1,57$ мм слева [116]. В исследовании на популяции Сенегала (87 КЛКТ) этот же параметр был равен $11,0 \pm 0,284$ мм справа и $10,6 \pm 0,272$ мм слева [118]. В корейской популяции (191 КЛКТ) расстояние с обеих сторон составило $8,2 \pm 1,7$ мм [114]. Таким образом, межпопуляционный разброс значений данного параметра может достигать от 3,2 до 20,2 мм. Ряд исследований также указывает на то, что ПО справа в среднем расположено несколько ближе к краю глазницы, чем слева, что необходимо учитывать при хирургических вмешательствах для минимизации риска ятрогенного

повреждения нерва. При этом следует отметить, что нижний край глазницы сам по себе является переменным и изогнутым ориентиром, что обуславливает непостоянство положения ПО относительно него.

Форма подглазничного отверстия является еще одним широко исследуемым параметром. По данным рентгенологического исследования ($n = 87$), круглая форма ПО встречалась в 52 % случаев справа и 46 % слева; овальная – в 42 % справа и 44 % слева; полулунная – в 4 % справа и 12 % слева. Другие источники указывают на преобладание круглой формы (72 %) над [124] овальной (28 %), а также отмечают наличие треугольной формы в 16–18 % случаев [120].

Горизонтальный и вертикальный диаметры ПО также демонстрируют изменчивость. В исследовании Tuncer F. B. et al. (2019) на 105 КЛКТ горизонтальный диаметр составил $3,87 \pm 0,57$ мм, вертикальный – $3,62 \pm 0,60$ мм [125]. В сенегальской популяции эти показатели были равны $5,03 \pm 0,2$ мм и $5,29 \pm 0,1$ мм соответственно [124], а в корейской – $3,4 \pm 0,8$ мм и $3,1 \pm 0,6$ мм [120].

Индивидуальная анатомическая изменчивость подглазничной области также выражается в наличии добавочных отверстий (accessory infraorbital foramina). По данным литературы, частота обнаружения одного дополнительного отверстия колеблется в широких пределах – от 3,3 % до 56,4 %, а двух отверстий – от 0,5 % до 5 %. Примерно в 90 % случаев встречается одиночное подглазничное отверстие, в 5 % – двойное; описаны даже казуистические наблюдения с четырьмя добавочными отверстиями. Добавочные отверстия чаще всего имеют полулунную форму (64,7 %), реже – розетковидную или форму песочных часов (0,2 %) [95, 96, 106, 116, 118, 120, 122]. Знание о наличии и расположении дополнительных отверстий имеет критическое хирургическое значение, поскольку игнорирование этой анатомической особенности может привести к ятрогенной травме расположенных в них сосудисто-нервных пучков.

Значительный межпопуляционный разброс характерен и для расстояния между ПО и краем грушевидного отверстия. В Ливане этот показатель составил $10,64 \pm 2,22$ мм справа и $10,58 \pm 2,55$ мм слева [125], что на 3,2 мм меньше, чем в сенегальской популяции ($13,4 \pm 0,35$ мм справа и $12,4 \pm 0,41$ мм слева) [124].

Наибольшие значения были зафиксированы при краниометрических исследованиях на сухих черепах: в Индии – $36,73 \pm 3,11$ мм справа и $36,51 \pm 3,23$ мм слева [117]; на северо-востоке Бразилии – около 35 мм с обеих сторон [110]; в Китае – 35 мм [109]. Максимальные показатели ($45,23 \pm 3,20$ мм справа и $44,38 \pm 3,20$ мм слева) отмечены в Польше, что, возможно, отражает антропологические особенности европеоидной популяции [121].

Положение подглазничного отверстия относительно срединной сагиттальной линии варьирует в зависимости от популяции. Так, по данным аутопсийного исследования в США ($n = 67$), этот показатель составил в среднем 29,57 мм с обеих сторон [123]. В ливанской популяции расстояние оказалось меньше: $24,94 \pm 1,86$ мм справа и $24,48 \pm 2,28$ мм слева [125]. Корейские учёные отмечают, что у пожилых пациентов ПО расположено дальше от средней линии, что объясняется возрастной перестройкой лицевого скелета [98].

Для клинической стоматологии большое значение имеет проекционное соотношение подглазничного отверстия с зубным рядом верхней челюсти. В исследовании, проведённом на сухих черепах в Шри-Ланке ($n = 54$), установлено, что в большинстве случаев проекция ПО соответствует оси, проходящей через щёчный бугор второго премоляра (37,5 % справа, 55,9 % слева). Несколько реже отверстие проецируется на межпремолярный промежуток между первым и вторым премолярами (34,4 % справа, 26,5 % слева) или на уровень первого премоляра (9,4 % справа, 8,8 % слева) [98]. Кроме того, расстояние от ПО до второго премоляра обнаруживает половой диморфизм, составляя в среднем $37,33 \pm 1,58$ мм у женщин и 41,81 мм у мужчин [97, 99, 101, 102, 111].

Таким образом, углублённое изучение краниометрических и рентгенологических параметров области подглазничного отверстия и хода подглазничного нерва обладает высокой диагностической и прогностической ценностью, позволяя снизить риск интраоперационных и послеоперационных осложнений, в том числе при выполнении инфраорбитальной анестезии [96, 107].

Интеграция данных КЛКТ и внутриротового сканирования с созданием индивидуальных навигационных шаблонов позволяет стандартизировать и точно

выполнять как инфраорбитальную анестезию, так и дентальную имплантацию, повышая безопасность и эффективность этих процедур в амбулаторных условиях. В литературе отмечается, что вариабельность морфометрии ПО связана с этническими факторами и различиями в методиках измерений. Поэтому персонализация доступа с помощью цифровых технологий приобретает высокую клиническую значимость.

1.3 Достоинства и недостатки способов выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия

В рутинной клинической практике широкое распространение получили классические внутриротовые методики инфраорбитальной анестезии (по Заусаеву, Кранцу, Вайсблату), базирующиеся на стандартных анатомических ориентирах мягкотканых и костных структур. Традиционно точку вкола определяют следующим образом:

- на расстоянии 5–7,5 мм ниже точки пересечения нижнеглазничного края с вертикальной линией, проходящей через ось второго премоляра;
- на 5–7,5 мм ниже пересечения нижнего края глазницы с вертикальной линией, соответствующей зрачковой оси при условии, что пациент смотрит прямо;
- на 5–7,5 мм ниже места сочленения скуловой кости и скулового отростка верхней челюсти с последующим продвижением иглы по направлению к подглазничному каналу (кпереди, медиально и книзу).

Однако данные методики предоставляют хирургу-стоматологу вариабельные параметры локализации точки инъекции, вектора направления и глубины погружения иглы. Сложность запоминания и воспроизведения анатомо-топографических ориентиров нередко приводит к техническим погрешностям при выполнении блокады и развитию осложнений, среди которых особое место занимает ятрогенное повреждение сосудисто-нервного пучка [18, 106].

Альтернативный подход предложили Ефимов Е. Ф. с соавт. (2014). Разработанная ими методика проводниковой анестезии на верхней челюсти обеспечивает блокаду подглазничного нерва на всём его протяжении и прошла экспериментальную и клиническую апробацию. В экспериментальной части исследования на 15 распилах препаратов верхней челюсти отрабатывалась техника выполнения блокады. После выбора точки вкола в межзубном промежутке между медиальным и латеральным резцами на уровне верхушек корней производилась трепанация кортикальной пластинки, затем в губчатое вещество вводилось рентгеноконтрастное вещество (йодлипол). Для оценки распределения контраста выполнялась рентгенография в боковой проекции. Клиническая апробация проведена на 100 пациентах (21–35 лет), разделенных на две группы по 50 человек, с оценкой эффективности анестезии по критерию качества обезболивания при депульпировании зубов по поводу пульпита. В первой (контрольной) группе применяли классическую инфраорбитальную анестезию, во второй (основной) – внутрикостное введение анестетика по авторской методике с использованием запатентованного устройства (патент на изобретение № 2839293 от 29.04.2025 г.). Модифицированная методика предусматривала: инфильтрационную анестезию, прокол слизистой до кости, низкоскоростную перфорацию кортикального и губчатого слоёв иглой (с контролем «проваливания») и введение 0,5 мл 4 % артикаина с эпинефрином (1 : 100 000) – объём снижен вдвое по сравнению с классикой (1,0 мл). Зона анестезии расширена от центрального резца до третьего моляра (в классическом варианте – до второго премоляра). Недостаток метода – дополнительная травматизация тканей, что ограничивает его применение и не позволяет рекомендовать для всех операций на верхней челюсти [29].

Описан также внеротовой метод блокады подглазничного нерва по Ушницкому-Чахову [20]. Для него используется навигационное устройство [20], апробированное на 104 пациентах. Устройство имеет: корпус с направляющими пластинами, полулунные вырезы для точки вкола, отверстия для локализации ПО, горизонтальный упор для фиксации на нижнем крае глазницы и вертикальный

выступ для ориентации по зрачковой линии. Иглу вводят перпендикулярно до кости, затем направляют в сторону ПО. Глубина введения – до 15 мм (среднее расстояние от орбиты до ПО – 6,8 мм). Однако универсальность данного устройства ставит вопрос о степени учета индивидуальных анатомических вариаций для достижения эффективной блокады [15, 87].

Инфраорбитальная анестезия представляет собой методику, при которой местный анестетик вводится в проекцию подглазничного отверстия (*foramen infraorbitale*). Это обеспечивает блокаду подглазничного нерва и его периферических ветвей, включая малую «гусиную лапку», а также передние и средние верхние альвеолярные нервы. В результате формируется зона обезболивания, охватывающая резцы, клыки, премоляры, соответствующий участок альвеолярного отростка и вестибулярной слизистой оболочки, а также переднюю поверхность тела верхней челюсти. Типичный объём вводимого анестетика составляет 0,8–1,2 мл, что позволяет снизить лекарственную нагрузку. Длительность анестезии при применении современных препаратов с вазоконстриктором достигает 90-180 минут, обеспечивая пролонгированный обезболивающий эффект [57, 72].

Классические методы проведения данной блокады характеризуются рядом существенных недостатков: технической сложностью, недостаточной эффективностью обезболивания, относительно высоким процентом общих (обморок, коллапс, гемодинамические колебания) и местных осложнений (невротравма, гематома, интравазальное введение, диплопия) [29]. Это связано с отсутствием точного совпадения точки вкола с целевой зоной введения анестетика, определяемой по усредненным анатомическим ориентирам без учета индивидуальных особенностей иннервации и васкуляризации.

Сравнительные исследования эффективности классической инфраорбитальной и внутрикостной анестезии показали расширение зоны обезболивания (до третьего моляра с вестибулярной и небной сторон) при использовании последней. Однако частота общих осложнений (около 18 %) оставалась сопоставимой в обеих группах, а внутрикостный метод, несмотря на отсутствие локальных осложнений в исследованной выборке (против 16 % при классическом способе), сопряжен с травмой слизистой и кортикальной пластинки [29].

Таким образом, традиционные методики, основанные на среднестатистических анатомических данных, не обеспечивают высокой точности и воспроизводимости. Современная стоматология, базирующаяся на принципах предварительного планирования с использованием цифровых технологий (конусно-лучевая компьютерная томография, виртуальные модели), переходит к персонализированному подходу [71, 119]. Это позволяет на этапе планирования точно определить топографию подглазничного отверстия для конкретного пациента, что потенциально повышает точность, безопасность методики и снижает риски осложнений.

На основании проведенного анализа можно констатировать, что недостаточно изученным и перспективным направлением является разработка персонализированного протокола планирования инфраорбитальной анестезии с последующим изготовлением индивидуальных стереолитографических навигационных шаблонов.

Применение подобной технологии позволяет сделать инфраорбитальную анестезию как вид проводникового обезболивания прогнозируемой, прецизионной, безопасной и легко воспроизводимой. В связи с этим разработка клинического протокола, а также оценка точности и эффективности использования индивидуальных стереолитографических шаблонов для выполнения инфраорбитальной блокады [71, 119] нуждаются в глубоком научном обосновании и проведении дополнительных исследований.

1.4 Рентгенологические способы оценки топографии подглазничного отверстия

Рентгенологические методы в стоматологии используются для выявления патологии твердых тканей зуба и периодонта, оценки костных структур, анатомических взаимоотношений (нижнечелюстной канал, гайморова пазуха,

подглазничный канал, подглазничное отверстие и др.), планирования хирургических вмешательств и контроля результатов лечения. Любое назначение исследования должно соответствовать ключевым принципам радиационной безопасности: обоснование, оптимизация и выбор низкодозового исследования, насколько это с диагностической точки зрения приемлемо и будет нести важную диагностическую информацию для постановки диагноза и планирования стоматологических и хирургических манипуляций, а также проведения лучевой терапии под контролем КЛКТ [35, 38].

По данным Сманалиева М. Д. и соавт. (2021) в стоматологической практике применяются внутриротовая рентгенография (2D): прицельная рентгенография, показанием к проведению которой являются: эндодонтическое лечение (уточнение диагноза, контроль рабочей длины и пломбирования корневых каналов) [27, 29] периапикальные изменения, резорбция, переломы корня (ограниченно), рентгенологический контроль в динамике. Но данный метод рентген-диагностики имеет недостатки такие как: проекционные искажения, суммация структур, невозможность полноценной 3D-оценки [26]. Также к внутриротовым методам рентген-диагностики относится интерпроксимальная рентгенография, показаниями к ее проведению относятся: апроксимальный кариес, вторичный кариес, качество контактных пунктов/краев реставраций, уровень межальвеолярной кости при пародонтите [78]. Оклюзионная рентгенография также является внутриротовым способом выполнения рентгенография и показана для уточнения локализации ретинированных, сверхкомплектных зубов, инородных тел, для ориентировочной оценки протяженных изменений в пределах челюсти, но в современной практике часто уступает место КЛКТ [26].

В современной стоматологической практике активно применяются внеротовые методы рентген-диагностики (2D): ортопантомография, которая представляет собой панорамный обзор обеих челюстей, ретенции, грубая оценка очагов, нижнечелюстного канала, воздухоносных пазух, но имеет ряд ограничений: увеличение, искажения и наложение структур, недостаточная точность для «миллиметровых» задач имплантации и навигации.

Телерентгенография (цефалометрия), которая представляет собой ключевой метод ортодонтии и ортогнатической хирургии для стандартизированного анализа лицевого скелета (2D-анализ), но без объемной информации. Проекционные исследования височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) также применяется для первичной костной оценки, однако по информативности костных структур обычно уступают КЛКТ, а по мягкотканым компонентам (суставной диск) – магнито-резонансная томография (МРТ).

И наконец, томографические методы: конусно-лучевая компьютерная томография и мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ).

При КЛКТ используется конусообразный пучок рентгеновского излучения и, как правило, плоскопанельный детектор; за один оборот (или частичный оборот) вокруг головы собирается серия 2D-проекций, из которых затем выполняется 3D-реконструкция объема. В стоматологических системах широко применяются алгоритмы реконструкции семейства Feldkamp-Davis-Kress и их модификации; итогом является трехмерный набор данных с изотропными вокселями, которые геометрически удобными для измерений и построения 3D-моделей. Данный вид 3D диагностики наиболее информативен и удобен для поиска области расположения подглазничного отверстия, определения количества добавочных ПО, измерения диаметра данного анатомического образования и анатомо-топографических параметров областей, окружающих ПО, что крайне важно для персонифицированного подхода к диагностике и планированию стоматологических манипуляций в том числе местного проводникового обезболивания и планирования имплантации на верхней челюсти [12].

Диагностические возможности КЛКТ в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии многообразны и вариабельны: имплантология – измерение высоты и ширина альвеолярных отростков верхней челюстной кости и альвеолярной части нижней челюсти, изучение отношения к анатомическим структурам; ретинированные зубы, оценка близости к нижнечелюстному каналу и пазухе; оценка костных дефектов, кистозных полостей, одонтогенных очагов (по показаниям); сложные эндодонтические ситуации – подозрение на вертикальный

перелом, резорбции, сложная анатомия корневых каналов; костные компоненты височно-нижнечелюстного сустава; локальная травма лицевого скелета в пределах поля обзора [31, 28].

Преимущества КЛКТ: высокая пространственная детализация костных структур при задачах зубо-альвеолярной области особенно при малом FOV (поле обзора) и малом размере вокселя; изотропный воксель и геометрическая точность линейных измерений, что принципиально важно для имплантологического планирования и навигации (в ряде работ показана сопоставимая с MDCT точность линейных измерений для костных структур); гибкий выбор поля обзора (FOV): можно ограничивать исследование зоной интереса, снижая ненужное облучение. Это является одним из практических инструментов оптимизации дозы лучевой нагрузки. Удобство для стоматологического цифрового планирования, та как DICOM-данные легко интегрируются в программное обеспечение для планирования имплантации, навигационных шаблонов и навигации [105].

По данным Хоссаин Ш. Д. и соавт., (2023) у КЛКТ есть и недостатки и ограничения: низкая информативность по мягким тканям по сравнению с мультиспиральной компьютерной томографией и тем более МРТ, так как КЛКТ – прежде всего оценивает костные структуры и твердые ткани; артефакты выражены при наличии металла (коронки, мосты, имплантаты) и могут мешать интерпретации [77]. Серые значения КЛКТ не эквивалентны шкале по Хаунсвелду (HU) и могут значительно варьировать между аппаратами и режимами; поэтому количественная оценка плотности кости в абсолютных HU в КЛКТ ограничена и в целом менее надежна, чем в МСКТ. Доза облучения переменна: КЛКТ часто низкодозовое медицинской КТ при сопоставимой задаче, но это не универсально [76].

Принцип работы мультиспиральной компьютерной томографии заключается в том, что МСКТ относится к медицинской КТ с веерным пучком и многорядными детекторами. Сбор данных выполняется быстро, обычно в режиме спирального сканирования, что обеспечивает высокую скорость и покрытие объема, снижение артефактов движения и возможность тонкой коллимации. Ключевая особенность МСКТ – стандартизированная шкала HU (Hounsfield units),

где вода определяется как 0 HU, воздух как -1000 HU; это делает МСКТ удобной для количественной оценки при снижении плотности костных структур и для задач, где важна воспроизводимость измерений [113].

Диагностические возможности МСКТ в стоматологии и челюстнолицевой хирургии весьма обширны и важны: оценка распространенных воспалительных процессов, флегмон, абсцессов, вовлечения клетчаточных пространств; онкология челюстно-лицевой области – оценка распространенности, костной деструкции, мягкотканого компонента и исследования с контрастированием; тяжелая травма лицевого скелета (множественные переломы, сочетанная травма) – как часть травматологического протокола; ситуации, где мягкотканый компонент критичен, либо необходимо использования контраста. Эти преимущества прямо следуют из физики метода и клинической практики, как “универсального” инструмента в радиологии [54].

Преимущества МСКТ: лучшая контрастная разрешающая способность по мягким тканям по сравнению с КЛКТ; возможность контрастного усиления для определения локализации сосудов, опухолей, воспалительные изменения мягких тканей; стандартизированная шкала по Хаунсвелду, пригодные для количественных задач и более воспроизводимой оценки радиоденситометрии, чем СВСТ-серые значения.

Современные протоколы и реконструкции могут снижать шум, дозу и улучшать качество в сложных клинических случаях, зависит от системы и протокола [100, 104].

Недостатки МСКТ в стоматологическом планировании заключаются в том, что обычно при МСКТ более высокая лучевая нагрузка для локальных стоматологических задач по сравнению с КЛКТ при сопоставимом охвате зубо-альвеолярной зоны если сравнивать типичные протоколы проведения исследования. В классическом сравнении доз для дентомаксиллофациальной области приводятся значительно более высокие диапазоны эффективных доз для МСКТ, чем для ряда КЛКТ-протоколов; при этом разброс зависит от аппарата и параметров [115].

Избыточность информации для зубо-альвеолярных задач особенно при планировании расположения имплантатов и шаблонов, МСКТ часто дает “лишний” объем информации по мягким тканям, и пациент получает большую дозу лучевой нагрузки и меньшей информативностью для специализированных стоматологических протоколов. В стоматологической практике более доступно и удобна в выполнении КЛКТ, чем МСКТ, так как чаще необходимо располагать аппаратуру для МСК в специализированных рентгенологических отделениях и более высокая стоимость по сравнению с КЛКТ [14].

Для навигационной хирургии и планирования местного проводникового обезболивания и имплантации преимущественно выбирают КЛКТ, так как данный вид рентгенологической визуализации костных структур обеспечивает формирование точной 3D-модели костной ткани и анатомических “рисков” – нижнечелюстной канал, ментальное отверстие, подглазничное отверстие, воздухоносные пазухи; точные линейные измерения; DICOM-совместимость и экспорт данных в планировочное программное обеспечение; возможность интеграции с поверхностными данными (интраоральный скан и скан модели) для проектирования хирургического шаблона; приемлемая доза, так как исследования часто выполняются у относительно здоровых пациентов по плановым показаниям. Практика имплантологической хирургии и анализ точности систем в систематических обзорах показывают, что КЛКТ является наиболее широко используемым источником 3D-данных для предоперационного планирования и послеоперационной оценки [6, 39].

КЛКТ является специализированным 3D-методом для челюстно-лицевой области, обеспечивающим высокую детализацию костных структур и удобство линейных измерений при имплантологическом и персонифицированном планировании местного проводникового обезболивания в том числе в области ПО [41, 49, 84]. МСКТ обладает преимуществами в оценке мягких тканей, распространенных процессов и при необходимости контрастирования, но для локальных стоматологических задач часто менее оптимальна по соотношению «информативность и доза облучения» [9, 48, 80].

1.5 Цифровые способы оценки топографии подглазничного отверстия

В настоящее время в стоматологической практике применяются цифровые методы диагностики в стоматологии (digital diagnostics), с акцентом на интраоральное сканирование (IOS) как ключевой метод цифрового сбора первичных данных для диагностики, планирования и коммуникации с лабораторией [44].

Цифровые методы диагностики в современной медицине целесообразно определять, как технологии, способные решать три ключевые задачи. Во-первых, получать в цифровом формате клинически значимые данные (изображения, 3D-геометрию, функциональные показатели). Во-вторых, обеспечивать количественный анализ измерений, их динамическое сопоставление и интеграцию в цифровой рабочий поток (CAD/CAM, навигационная хирургия, ортодонтия, челюстно-лицевая хирургия). В-третьих, гарантировать воспроизводимость результатов, возможность архивирования и телемедицинской передачи информации [33].

Классически цифровая диагностика в стоматологии включает: цифровую лучевую диагностику (2D/3D); оптические и 3D-методы поверхностного сканирования; цифровые методы выявления кариеса и других дефектов; функциональные цифровые методы (окклюзионный анализ и др.); искусственный интеллект (ИИ), как поддержку интерпретации данных.

В стоматологии используют следующие виды цифровой диагностики. Цифровая лучевая диагностика с использованием ионизирующего излучения: цифровая внутриротовая рентгенография с использованием датчиков для передачи информации на портативный компьютер по средствам программного обеспечения: периапикальная, апроксимальная, окклюзионная; цифровая панорамная рентгенография; конусно-лучевая КТ (КЛКТ) – ключевая 3D-модальность в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии для оценки костных структур и планирования различных видов стоматологического лечения [75].

Ключевым и наиболее важным методом цифровой диагностики в стоматологии принято считать интраоральное сканирование (Intraoral Scanning, IOS), как метод получения цифрового 3D-отпечатка зубов и мягких тканей полости рта с построением поверхностной модели. Результат интраорального сканирования обычно экспортируется как STL-файл, который передает геометрию поверхности без цвета и текстуры и PLY/OBJ, что обеспечивает передачу геометрии, цвет и текстуры, что важно для диагностики мягких тканей, визуализации, коммуникации, иногда для отслеживания рецессий мягких тканей, налета в динамике при соответствующих протоколах планирования лечения и динамического наблюдения. В клинической практике IOS стало базовым инструментом цифрового протезирования и диагностики, постепенно вытесняя традиционные оттиски в большом числе показаний [81,86].

Принцип работы большинства интраоральных сканеров заключается в использовании оптической съемки с реконструкцией 3D-поверхности на основе структурированного света, триангуляции и вариантов фокуссканирования в зависимости от поколения и модели сканера. Скан формируется путем “сшивания” последовательных кадров (registration/stitching). Именно поэтому точность зависит не только от оптики и софта, но и от стратегии сканирования, протяженности дуги, наличия ориентиров, слюны, крови. Важными параметрами оценки точности сканирования являются два основных компонента: истинность – насколько скан близок к «истинной» геометрии и прецизионность – насколько воспроизводимы повторные сканы [40].

В имплантологии интраоральные сканеры применяются для сканирования через скан-боди и получения позиции имплантата и абатмента в цифровом виде. Систематический обзор *in vivo* по точности IOS-оттисков для имплант-поддержанных реставраций подтверждает клиническую применимость, но также указывает на влияние множества факторов (тип конструкции, количество имплантатов, протяженность, система IOS, сканбоди, протокол) [1].

Преимущества интраорального сканирования заключаются в получении цифровой модели без деформаций оттисковых масс и необходимости применения

гипса; комфорте для пациентов с выраженным рвотным рефлексом [1] быстрой коммуникации с лабораторией и возможностью цифрового планирования: виртуальный wax-up, контроль редукции, анализ окклюзии по поверхностным данным; динамическое наблюдение с возможностью сопоставления 3D-моделей до и после лечения при ортодонтической коррекции прикуса, износе реставраций, контроль рецессии [34, 42].

Но также есть ограничения в применении внутриоральных сканеров особенно при сканировании поддесневых пространств, наличие кровоточивости и влаги способствует искажению картины; артефакты от бликов реставраций; риск накопления ошибки при несоблюдении протокола сканирования; высокая стоимость внедрения и необходимость в обучении персонала и материальные затраты.

Также в стоматологии применяется 3D-лицевое сканирование, которое используется для ортодонтии и ортогнатической хирургии, передающее картину мягкотканного профиля лица, симметрию, планирование и оценку результата, которое с успехом применяется для протезирования и эстетического планирования в челюстно-лицевой хирургии, а также применяется для планирования реконструктивной хирургии при травмах головы и шеи, а также для эстетической реабилитации пациентов.

Обзоры и клинические исследования указывают на клиническую пригодность точности многих лицевых сканеров при существенной зависимости от условий съемки и алгоритмов регистрации [19].

В настоящее время ядром цифровой диагностики для навигации и планирования в стоматологической практике является возможность объединения и четкого наложения данных КЛКТ с результатами интраорального сканирования, что критично важным является для индивидуализированного подхода при определении анатомопографических параметров ПО и создания навигационного шаблона персонифицированным способом для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия, так как учитываются все костные структуры и анатомические риски. Поэтому слияние КЛКТ и внутриротового сканирования является важным и критичным

этапом для последующего индивидуализированного планирования выполнения инфраорбитальной анестезии и создания цифровой виртуальной модели навигационного шаблона для проведения местного проводникового обезболивания в области ПО.

1.6 Виды навигационных шаблонов, которые используются в настоящее время. Достоинства и недостатки устройств, существующих в настоящее время для выполнения проводникового обезболивания в стоматологической практике

В современной стоматологической практике получили широкое распространение и применение аддитивные технологии в диагностике и планировании стоматологических манипуляций, которые дают возможность индивидуального планирования ортопедических, хирургических, гнатологических и ортодонтических методов лечения [90]. Но также в последнее время большое внимание уделяется разработке и планированию таких цифровых видов персонифицированного планирования и изготовления индивидуальных шаблонов для последовательного выполнения таких манипуляций, как местное проводниковое обезболивание, имплантация, ортопедические манипуляции, связанные с выполнением прицеливающих оттисков при протезировании на имплантах [21, 23].

Впервые публикации об использовании навигационной хирургии и способе совмещения и наложения данных компьютерной томографии и сканов челюстных костей наблюдаются в работах 1998 года в публикации R. Marmulla et al. в журнале «Краниомаксиллярная хирургия», а клиническая точность навигационных шаблонов была оценена на трупах людей при использовании компьютерной томографии, точность которой соответствовала клиническому состоянию костной ткани челюстных костей на момент операционного вмешательства, что

свидетельствует об актуальности и необходимости широкого применения навигационной хирургии и аддитивных технологий для использования в диагностическом и клиническом плане навигационных шаблонов для составления комплексных персонифицированных цифровых протоколов планирования, диагностики и лечения стоматологических больных [5, 51].

В настоящее время в стоматологическую практику внедрены и применяются навигационные шаблоны для формирования мягких тканей в области имплантата и создания десневой манжетки для эстетики и долгосрочности работы ортопедической конструкции на имплантатах [65, 67]; точности и безопасности имплантации при адентии [68]; имплантации и ирригации имплантационного поля [61]; ортодонтической коррекции окклюзии [64]; синус-лифтинга при имплантации на верхней челюсти [70]; повышения эффективности проведения биопсии челюстных костей [66]; для снижения риска атрофии костной ткани челюстных костей [60, 62, 63]; навигационный шаблон для проведения резекции верхушки корня зуба [59]. Также Юдин Д. К. (2019) разработал устройство для проведения местной проводниковой обезболивания нижнечелюстного нерва на нижней челюсти [57] и Чахов А. А., (2021) разработал устройство для выполнения инфраорбитальной анестезии наружным способом на верхней челюсти, но данные изобретения не обеспечивают четкого совмещения места вкола иглы с целевым пунктом введения анестетика, поэтому разработка технологии изготовления и применения индивидуального многофункционального навигационного шаблона для выполнения проводникового обезболивания и имплантации на верхней челюсти в области подглазничного отверстия у больных с адентией является весьма актуальной и необходимой в практическом здравоохранении [55].

Учёные стремятся к созданию многофункциональных изделий, обеспечивающих быстрое и последовательное проведение медицинских манипуляций. Данные вмешательства планируются на основе персонализированных подходов и цифрового моделирования, что позволяет воспроизводить их в полости рта с высокой точностью и безопасностью в каждом клиническом случае [11].

1.7 Современные материалы и оборудование, а также их достоинства и недостатки, применяемые для 3D-печати навигационных хирургических шаблонов в стоматологической практике

За последнее десятилетие аддитивные технологии стали неотъемлемой частью цифрового протокола в стоматологии. Послойное построение изделия по цифровой модели обеспечивает персонализацию, точность, ускорение производства и снижение количества технологических ошибок. Наибольшее распространение 3D-печать получила в ортопедической стоматологии, имплантологии, ортодонтии и челюстно-лицевой хирургии [30, 74].

В современной стоматологической практике активно используются следующие технологии 3D-печати: SLA (Stereolithography) печать – отверждение идет за счет лазера; DLP печать – отверждение идет за счет тысяч мелких зеркал; LCD печать, которая является разновидностью технологии DLP печати, для которой вместо проектора используется ЖК-дисплей. При всех видах 3D-печати отверждение жидкого фотополимера происходит под действием УФ-излучения (лазер, проектор или ЖК-маска).

Применяется 3D-печать для печати стереолитографических моделей, хирургических шаблонов, временных реставраций, капп, сплинтов [91, 92].

Главные преимущества 3D-печати – точность до 25 мкм, гладкая поверхность изделий и сертифицированные биосовместимые смолы (класс Па) [21].

На территории Российской Федерации сертифицированы такие 3D-принтеры как Formlabs Form 3B, NextDent 5100, Shining 3D AccuFab-D1.

По данным Мельникова Ю. А. (2020) в практике аддитивных технологий применяется экструзия термопластов (FDM/FFF), которая заключается в создании 3D-объекта путем послойного наплавления расплавленной нити из термопластика. Применяется данная технология для изготовления демонстрационных моделей, индивидуальных ложек, прототипов [43].

Преимущества данной технологии связаны с низкой стоимостью и простотой эксплуатации, но изделия, изготовленные данным способом, не обладают достаточной точностью для интраоральных конструкций.

По мнению Иванова В. А. и соавт. (2020), Ваулина Д.С. и соавт. (2022) одной из аддитивных технологий является селективное лазерное плавление металлов (SLM/DMLS) [20]. Принцип данной технологии заключается в послойном спекании металлического порошка лазером. Применяется данная технология для изготовления каркасов коронок, мостовидных протезов, бюгельных протезов, индивидуальных абатментов на имплантаты из медицинских сплавов CoCr, Ti6Al4V (по ISO 22674). На территории Российской Федерации сертифицированы и применяются: EOS M100 Dental, Concept Laser Mlab.

Tian Y. et al. (2021) отмечает, что в практике аддитивных технологий применяется струйная фотополимеризация (PolyJet) принцип которой заключается в послойном распылении и отверждение микрокапель фотополимера и применяется данная технология для изготовления анатомических моделей, визуализация сложных конструкций. Но есть такие недостатки как высокая стоимость, ограниченная биосовместимость материалов [93].

В стоматологической практике при использовании аддитивных технологий применяются фотополимерные смолы для стоматологической 3D-печати [108, 112], которые представлены в таблицах 1 и 2.

Также в аддитивных технологиях используются металлические порошки CoCr и Ti сплавы, применяемые для печати постоянных каркасов (SLM), которые соответствуют ISO 22674, применяются в лабораториях с SLM оборудованием.

Перечисленные выше материалы для выполнения аддитивных технологий применяются в стоматологии для изготовления временных и постоянные коронок, каркасов протезов, моделей, хирургических шаблонов, индивидуальные абатментов, замещения костных фрагментов, изготовления стереолитографических моделей под элайнеры, ретейнеры, каппы, создание анатомических моделей, остеотомических направляющие, индивидуальные имплантатов [2].

На территории Российской Федерации сертифицированы следующие 3D-принтеры: NextDent 5100 (3D Systems, США) – DLP-принтер; Formlabs Form 3B (США) – SLA, применим с сертифицированными смолами. Shining 3D AccuFab-D1 (Китай) – DLP-технология. Bego Varseo XS/XL (Германия) – DLP, зарегистрированы материалы и система. HARZ Labs (РФ) – производитель фотополимеров, зарегистрированные смолы серии Dental (РЗН 2020/12007) [5, 8].

Таблица 1 – Виды фотополимерных смол, свойства и область применения в различных сферах медицинской и инженерной деятельности

Вид фотополимерной смолы	Область применения	Свойства
Стандартные	печать различных прототипов, объектов, макетов	прочность, детализация, пластичность, стойкость к ультрафиолету
Инженерные	печать различных объектов	прочность, устойчивость к температурным воздействиям, химическая стойкость, точность к детализации полученных изделий, устойчивость к ультрафиолетовым лучам
Стоматологические Formlabs Dental Resin	специализированные материалы для создания зубных протезов, коронок, мостов, моделей	биосовместимость, прочность, высокая детализация, эстетика, устойчивость к износу
Медицинские	создание протезов, макетов органов, хирургических инструментов	прочность, устойчивость к температурным воздействиям, химическая стойкость, точность к детализации полученных изделий
Ювелирные	для создания различных видов украшений	характерна высокая детализация, прочность, термопластичность, эстетика

Таблица 2 – Виды фотополимерных смол, применяемых в стоматологической практике, их назначение и представители [94]

Назначение смолы	Название	Возможность для интраорального применения
1	2	3
Изготовление стериолитографических моделей	HARZ Labs Dental Peach (РФ), NextDent Model, Formlabs Model	Непригодны для интраорального применения
Изготовления хирургических шаблонов	HARZ Labs Dental Yellow Clear, NextDent SG, Formlabs SG	Биосовместимость класс II и они пригодность для кратковременного контакта
Изготовление временных реставраций	HARZ Labs Dental Sand, VarseoSmile Temp, NextDent C&B	Биосовместимость класс II и сроком службы до 6 месяцев
Изготовления постоянных ортопедических конструкций (одиночных коронок)	VarseoSmile Crown Plus (Bego, зарегистрирован в РФ)	Биосовместимость класс II и пригодность для постоянного контакт с полостью рта

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Базисные и десневые смолы применяются для изготовления базисов съемных протезов и искусственной десны	HARZ Labs Dental Pink, Detax Freeprint Denture	Биосовместимость класс IIa и пригодность для постоянного контакт с полостью рта
Выжигаемые смолы используются для изготовления литья металлокерамики и пресс-керамики	HARZ Labs Cast, NextDent Cast, Formlabs Castable Wax	Биосовместимость класс IIa и пригодность для постоянного контакт с полостью рта

Аддитивные технологии стали важным компонентом современной стоматологии. В Российской Федерации активно применяются фотополимерные и металлоплавильные 3D-принтеры, использующие сертифицированные материалы. При этом отечественные разработки, позволяют обеспечить импортонезависимость по ряду направлений. Правильный выбор оборудования и материалов, в сочетании с соблюдением клинических протоколов, обеспечивает предсказуемые и безопасные результаты лечения. Также аддитивные технологии дают неограниченные возможности в изготовлении стереолитографических шаблонов по индивидуальным параметрам, что является важной и неотъемлемой составляющей современной стоматологии, позволяющей осуществлять индивидуальный подход к изготовлению изделий, использующихся для проведения стоматологических манипуляций на амбулаторном приеме, в том числе для выполнения местного проводникового обезболивания.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НАВИГАЦИОННОГО ШАБЛОНА И МЕТОДЫ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И КЛИНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ РАБОТЫ

Экспериментальное и клиническое исследование по разработке навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия проводилось на базе кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, изучение и измерение анатомо-топографических параметров расположения подглазничного отверстия на макетах сухих человеческих черепов проводилось на кафедре нормальной анатомии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, а также ретроспективный рентгенологический анализ конусно-лучевых компьютерных томограмм и клиническое применение индивидуального навигационного шаблона для выполнения проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия при выполнении операции резекции верхушки корня зуба у пациентов с хроническим апикальным периодонтитом (К 04.5) проведен на базе клинике “Эй-Би-Си” г. Краснодар (договор о взаимном сотрудничестве № 30-02 от 31 мая 2024 г.).

Отбор контингента для исследования осуществлялся путем сплошной выборки пациентов, обратившихся за стоматологической помощью и подписавших добровольной информированное согласие на проведение исследования.

Критерии включения:

1. Диагноз по МКБ-10 – K04.5 – Хронический апикальный периодонтит.
2. Возраст от 25 до 45 лет.
3. Пациенты с частичным отсутствием зубов и включенными дефектами зубного ряда (III и IV класс по Кеннеди) на верхней челюсти, требующие лечения несъемными ортопедическими конструкциями.
4. Пациент, подписавший форму информированного согласия на участие в исследовании, способный и готовый выполнять требования протокола, включая все исследования исходного уровня и последующего наблюдения.

Критерии включения для выполнения экспериментального этапа:

1. Не разрушенные анатомические структуры верхней челюсти в области подглазничного отверстия.
2. Возраст от 25 до 45 лет.

Критерии не включения пациентов:

1. Пациенты с доказанной аллергией на местный анестетик или компоненты карпулы.
2. Лица, страдающие психическими расстройствами.
3. Лица с алкогольной и/или наркотической зависимостью.
4. Общесоматические заболевания в стадии обострения, сахарный диабет.
5. Аутоиммунные заболевания.
6. Женщины в период беременности или лактации.
7. Злокачественные новообразования.
8. Тяжелая степень дисфункциональных состояний ВНЧС.

Критерии исключения пациентов:

1. Пациент больше не соответствует критериям включения.
2. Отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании.
3. Возникла ситуация, которая, по мнению исследователя, может угрожать целостности исследования.
4. Имеются другие факторы, которые могут причинить вред или увеличить риск развития нежелательных явлений для пациента.

Критерии исключения при выполнении экспериментальной части исследования:

1. Разрушенная или поврежденная верхняя челюсть в области подглазничного отверстия на черепах умерших людей.

Дизайн исследования представлен на рисунке 2.

Проведение исследования одобрено независимым этическим комитетом ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России (протокол № 131 от 29 марта 2024 года).

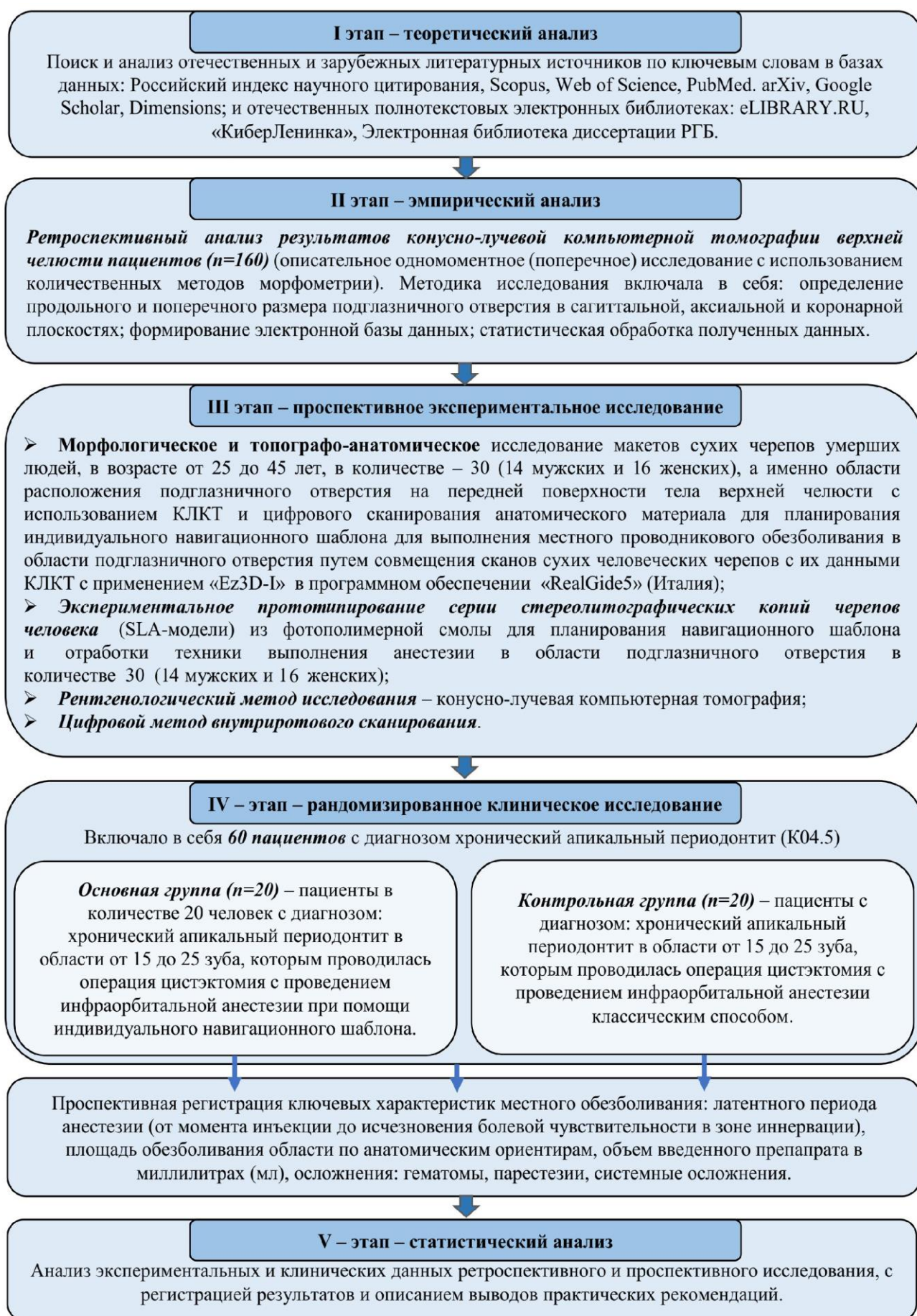


Рисунок 2 – Дизайн исследования

2.1 Рентгенологический метод исследования

Проведен ретроспективный анализ конусно-лучевых компьютерных томограмм 160 пациентов: 80 мужчин и 80 женщин, обратившихся за стоматологической помощью в клинику «АВС», в возрасте от 18 до 75 лет (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение данных конусно-лучевой компьютерной томографии пациентов по результатам ретроспективного анализа по возрастному и гендерному признаку

Возраст	Пол	
	Мужчины (n = 80)	Женщины (n = 80)
18–30 лет	25	24
31–49 лет	42	43
50–75 лет	13	13

КЛКТ были выполнены на компьютерном томографе «RAYSCAN Studio» (RST700) с зоной сканирования 20×20 см, максимальным и минимальным временем сканирования от 4,9 до 16 секунд. При изучении сагитальных реформатов КЛКТ проводились измерения продольного (сагитального) и поперечного (трансверзального) размеров подглазничного отверстия в миллиметрах (мл), оценка формы и количества добавочных ПО (рисунок 3, 4). На аксиальных реформатах КЛКТ осуществлялось измерение расстояния в миллиметрах (мл) от нижнего края гланицы до центра ПО (рисунок 5), от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (рисунок 6), от центра ПО до носовой опертуры верхней челюсти (рисунок 7). Была разработана карта оценки индивидуальных морфометрических параметров подглазничного отверстия: размер ПО в продольном и поперечном направлении, форма ПО, наличие или отсутствие добавочных подглазничных отверстий.

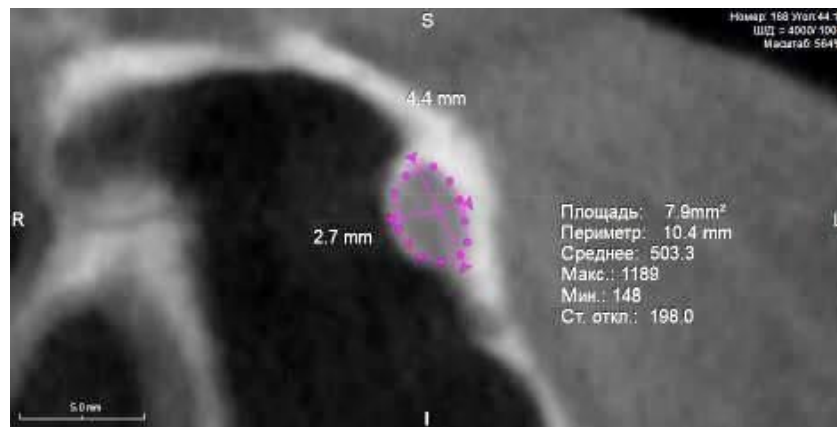


Рисунок 3 – Определение морфометрических параметров подглазничного отверстия справа на сагитальном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы

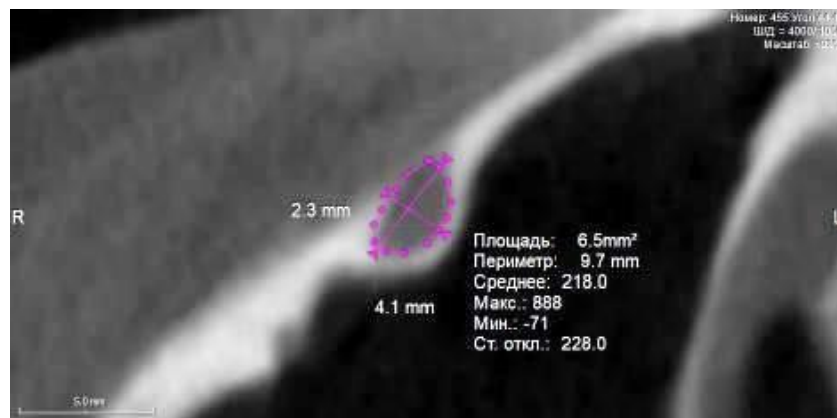


Рисунок 4 – Определение морфометрических параметров подглазничного отверстия слева на сагитальном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы



Рисунок 5 – Измерение расстояния от нижнего края глазницы до середины подглазничного отверстия на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы

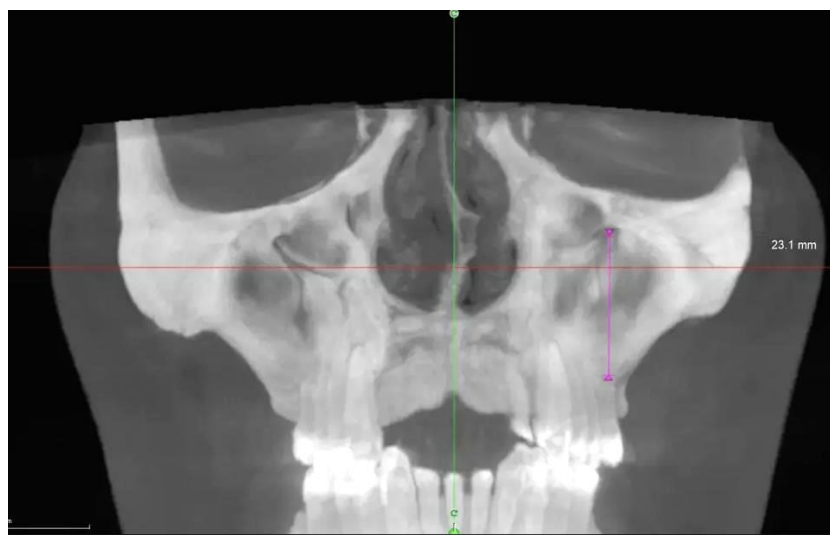


Рисунок 6 – Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы

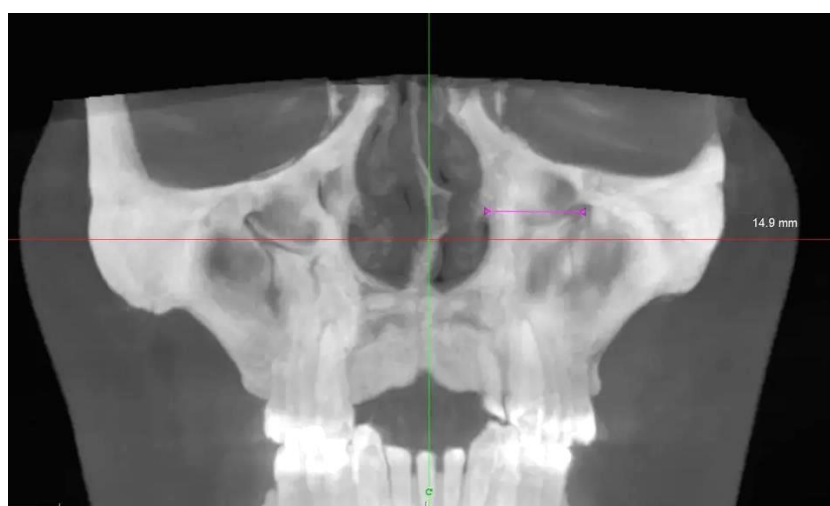


Рисунок 7 – Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до носовой апертуры верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы

Также на компьютерном томографе были выполнены КЛКТ исследования 30 сухих человеческих черепов: 16 сухих черепов женского пола и 14 – мужского пола, которые были зафиксированы на штативе для исключения их подвижности и проведения рентгенологического исследования для получения качественных костных реформатов челюстных костей для определения морфометрических и топографо-анатомических параметров подглазничного отверстия для последующего четкого совмещения с цифровыми сканами (рисунок 8, 9, 10).

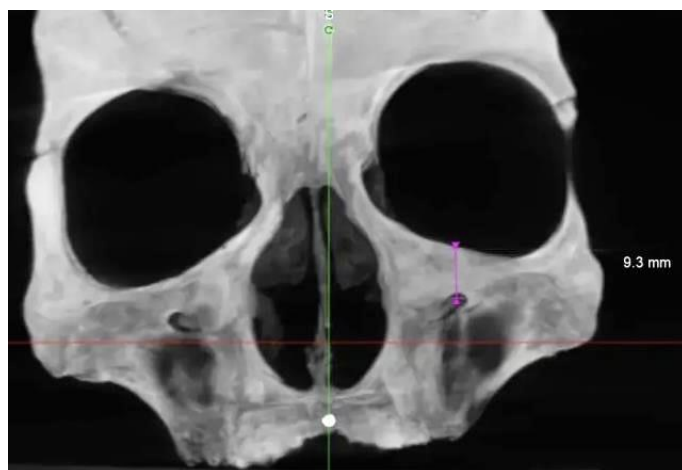


Рисунок 8 – Измерение расстояния от нижнего края глазницы до середины подглазничного отверстия на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы сухого человеческого черепа

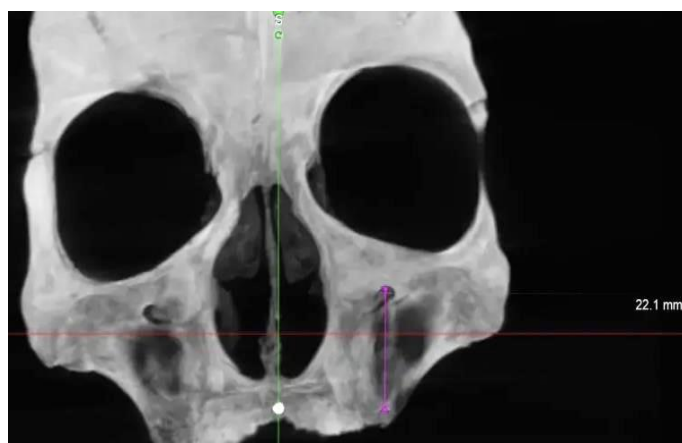


Рисунок 9 – Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы

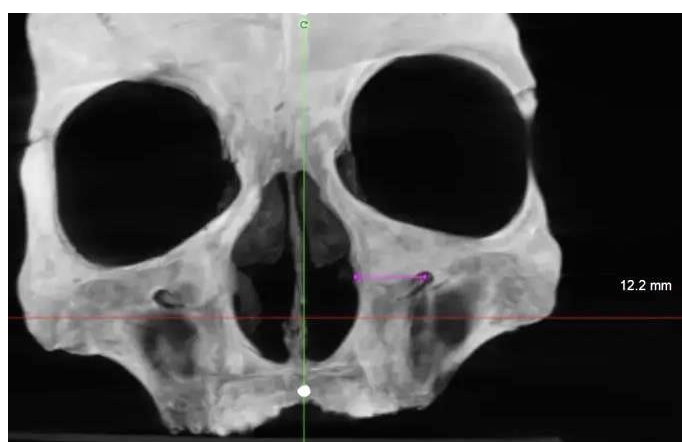


Рисунок 10 – Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до носовой апертуры верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы сухого человеческого черепа

2.2 Экспериментальное (ретроспективное) исследование краниометрических параметров подглазничного отверстия на анатомических препаратах сухих и стереолитографических моделях черепа человека

Экспериментальная часть исследования проводилась на 30 анатомических препаратах сухих неповрежденных черепов взрослых людей мужского и женского пола и 30 стереолитографических моделях черепов человека. Анатомическим и стереолитографическим модели черепов человека фиксировались в специальном устройстве для проведения рентгенологического исследования при помощи КЛКТ, определение УИК и УИВ в программе 3Diagnosys, далее проводилось их сканирование и совмещение в компьютерной программе «RealGUIDE 5» (Италия) для совмещения структур цифрового сканирования и реформатов КЛКТ для последующего планирования в программе стереолитографического шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания на верхней челюсти. Из исследования были исключены черепа с переломами в области грушевидного отверстия, подглазничного отверстия или в области подглазничного края, так как это искажает результаты измерений необходимых параметров.

На представленных рисунках 11–14 показаны фотографии сухих анатомических моделей черепов с указанием определенных параметров измерений: поперечный и продольный диаметр ПО, форма и наличие добавочных ПО, расстояния от нижнего края глазницы до центра ПО, от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти, расстояние от центра ПО до носовой вырезки. Данные параметры являются важными ориентирами для планирования дизайна индивидуального шаблона для проведения инфраорбитальной анестезии и определения направления иглы для введения местного анестетика в области подглазничного отверстия.

Каждый череп был изучен с целью морфометрического анализа положения инфраорбитального отверстия, которое фиксировалось при помощи штангенциркуля по авторской методике Saheb S. H. et al. (2017) путем отступа от середины нижнего края глазницы до центра ПО (рисунок 11), но данный ориентир

не является точным, стабильным показателем, так как подглазничный край представляет собой длинную изогнутую линию и местоположения ПО может находиться в любом месте по отношению к этой линии. Ориентиром для измерения является центр подглазничного отверстия.



Рисунок 11 – Измерение расстояния от нижнего края глазницы до центра подглазничного отверстия на сухом человеческом черепе

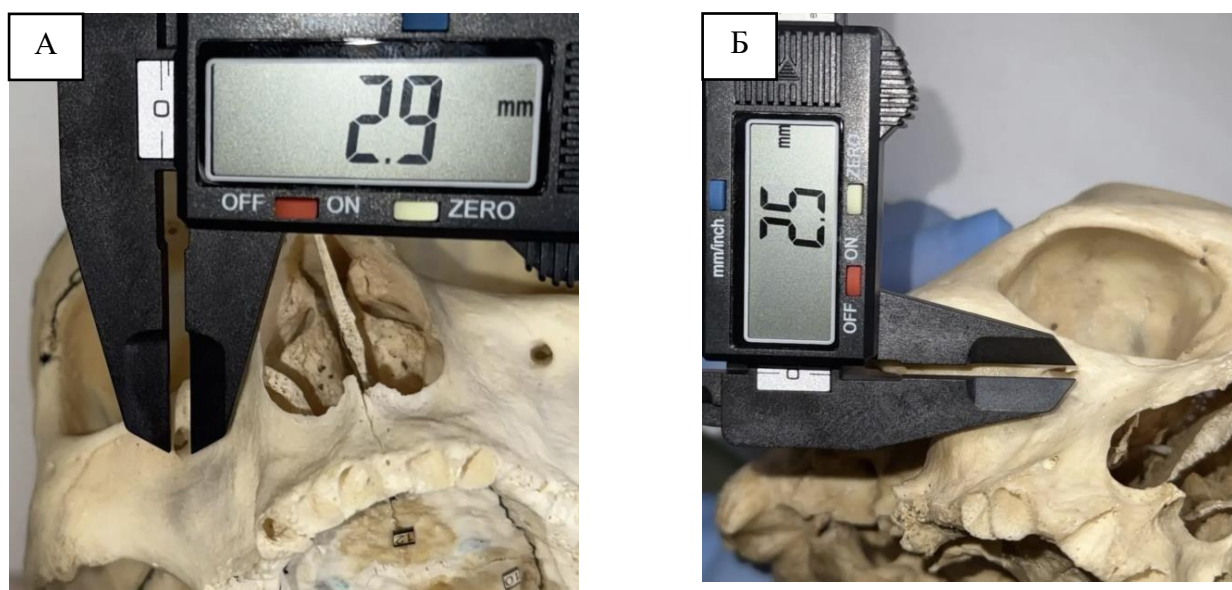


Рисунок 12 – Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на сухом человеческом черепе

Изучение и измерение добавочных подглазничных отверстий с определением их формы проводилось по методике, описанной Polo C.L. et al. (2019) [122].

Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти проводилось также при помощи штангенциркуля, но данный ориентир также трудно измерим из-за сложной анатомии и бугристости поверхности подглазничной области в клыковой ямке.

Определение продольного и поперечного диаметра ПО осуществляли на моделях сухих черепов человека при помощи штангенциркуля и визуально определяли (рисунки 13, 14).



А – поперечное, Б – продольное

Рисунок 13 – Сухой человеческий череп с определением и измерением поперечного и продольного диаметра подглазничного отверстия и определения его формы



Рисунок 14 – Измерением расстояния от центра подглазничного отверстия до носовой опертуры на сухом человеческом черепе

2.3 Цифровое сканирование

Для получения сканов человеческих черепов, стетереолиторафических макетов человеческих голов и верхнечелюстных костных структур обследуемых пациентов применялся внутриоральный сканер Primescan AC Dentsplay Sirona (Германия) для получения цифрового 3D-отпечатка зубов и мягких тканей полости рта с построением поверхностной модели. Результат интраорального сканирования экспортировались как STL-файл. Перед началом сканирования сухих человеческих черепов на небный отросток верхней челюсти наносились круглые шарики жидкотекучего фотополимерного композита синего цвета (рисунок 15) с последующим засвечиванием фотополимерной лампой в течение 20 секунд для четкого совмещения цифрового скана с реформатами конусно-лучевой компьютерной томограммы сухого человеческого черепа (рисунок 16).



Рисунок 15 – Нанесение композитных маркеров на небный отросток верхней челюсти для прецизионного совмещения сканов и реформатов конусно-лучевой компьютерной томографии сухого человеческого черепа

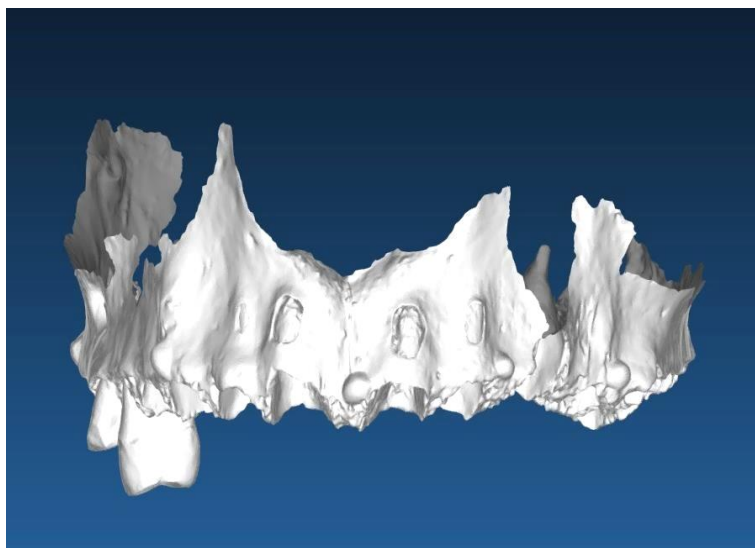


Рисунок 16 – Вид скана верхней челюсти, переведенного в STL-файл

2.4 Программы цифрового планирования и 3D-печати индивидуального навигационного шаблона для выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия

Цифровое планирование основных и критических элементов индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при планировании операции резекции верхушки корня в области зубов 1.4, 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 у пациентов с диагнозом хронический апикальный верхушечный периодонтит (K04.5) в программе цифрового совмещения сканов верхней челюсти и данных КЛКТ (рисунок 17). Для определения угла УИК и УИВ применяют программу для работы с DICOM-файлами 3Diagnosys.

Для этапа цифрового совмещения реформатов КЛКТ со сканами челюстных костей (рисунок 18), а также для планирования основных элементов индивидуального навигационного шаблона, предназначенного для проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия, использовался ноутбук с программным обеспечением «RealGuide5» (Италия). Для трёхмерной печати

стереолитографических прототипов человеческих черепов и навигационного шаблона применялось ПО для 3D-печати SHITUBOX (Китай).

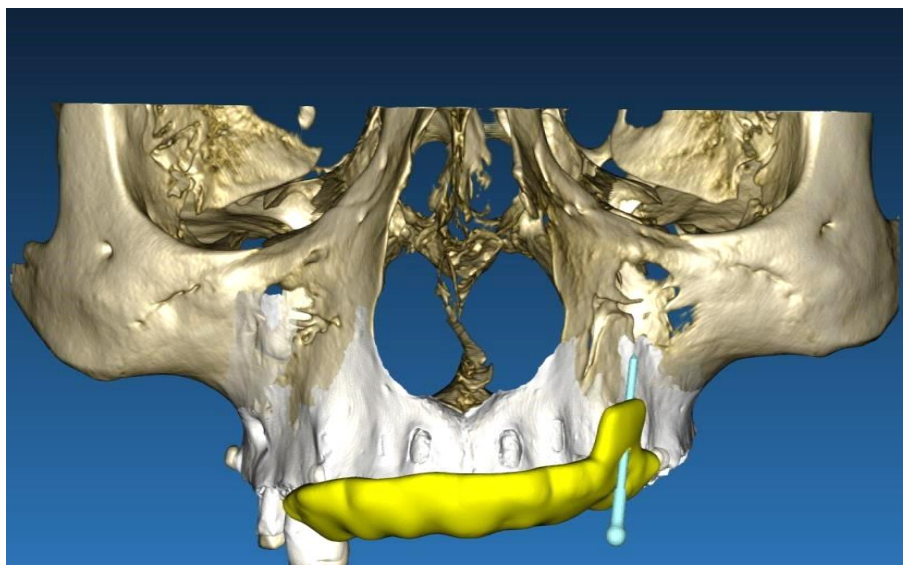


Рисунок 17 – Цифровое планирование основных конструктивных элементов индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и экспериментальной отработки позиционирования иглы при выполнении инфраорбитальной анестезии

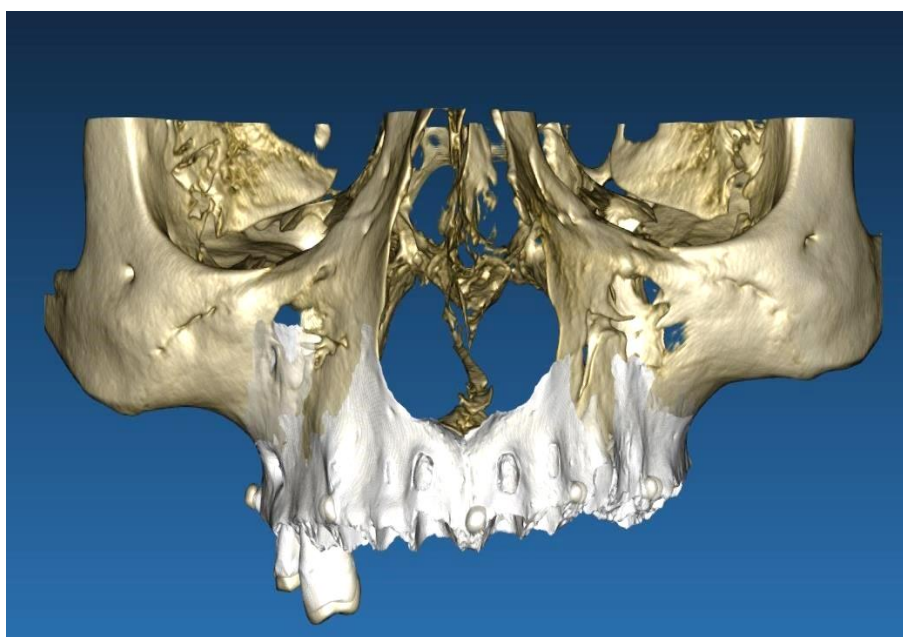


Рисунок 18 – Совмещение STL-файлов результатов конусно-лучевой компьютерной томографии и сканов верхней челюсти сухого макета черепа человека в программном обеспечении «RealGuide5»

2.5 Аддитивное изготовление индивидуального навигационного шаблона: оборудование, материалы и режимы

При помощи аддитивных технологий 3D-печати осуществлялось экспериментальное прототипирование серии стереолитографических копий черепов человека (SLA-модели) из фотополимерной смолы «Demo Bone» (Harz Labs) Россия (рисунок 19) для планирования навигационного шаблона, правильной и четкой траектории позиционирования иглы карпульного инъектора, определения диаметра навигационного отверстия в стойке индивидуального навигационного шаблона для отработки техники выполнения анестезии в области подглазничного отверстия, а также отработки точной прецизионности и посадки шаблона на зубных рядах и мягких тканях полости рта.

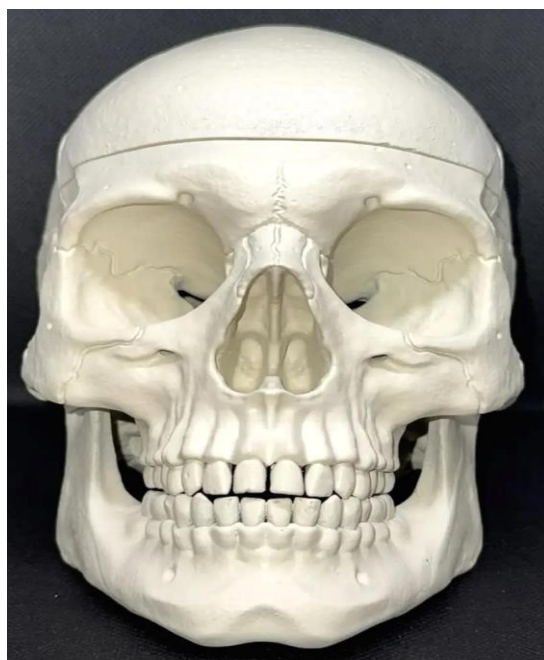


Рисунок 19 – Стереолитографический макет человеческого черепа

Аддитивное изготовление индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия выполнялось на 3D-принтере Creality 3D HALOTMAGE (Китай) (Технология печати LCD, длина УФ волны 405 нм, мощность – 100 Вт,

разрешения LCD дисплея – 10,3 монохромный (8K 7680×4320), с использованием фотополимерной смолы (таблица 4), размер области применения 228×128×230) скорость печати – 1–5 секунд/слой, Anycubic (Китай). Для 3D-печати использовалось программное обеспечение CHITUBOX (Китай).

Таблица 4 – Характеристики фотополимерной смолы, механические свойства и специальные параметры материала, из которого изготавливается индивидуальный навигационный шаблон для проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия

Наименование показателя	Стандарт/метод	Результат
Характеристики жидкости		
Цвет	–	Желтый (прозрачный)
Запах	–	Слабовыраженный
Плотность	ASTM D1298	$\geq 1,2 - \leq 1.0 \text{ г/см}^3$
Вязкость	ASTM D2393	$\geq 800 - \leq 400 \text{ МПа}$
Механические свойства		
Прочность на изгиб	ASTM D 790	$\geq 116.0 - \leq 100.0 \text{ МПа}$
Модуль упругости при изгибе	ASTM D 790	$\geq 2650 - \leq 2350 \text{ МПа}$
Прочность на разрыв	ASTM D 638	$\geq 85.0 - \leq 80.0 \text{ МПа}$
Относительное удлинение при разрыве	ASTM D 638	$\geq 13 - \leq 10 \%$
Твердость	ASTM D 2240	$\geq 88 - \leq 85$ по Шору D
Удельная вязкость по Изоду (без надреза)	ASTM D 4812	$\geq 4,2 - \leq 4.0 \text{ кДж/м}^2$
Специальные параметры		
Растворимость (24 ч.)	ASTM D 3132	$\leq 0.01 \%$
Водопоглощение (24 ч.)	ASTM D 570	$\leq 0.47 \%$
Содержание свободного мономера	ISO 10993	Соответствует
Цитотоксичность	ISO 10993	Соответствует
Раздражающие действие	ISO 10993	Соответствует
Сенсибилизация	ISO 10993	Соответствует

Для изготовления индивидуального навигационного шаблона для введения местного анестетика в область подглазничного отверстия должны использоваться следующие материалы: фотополимер Dental Yellow Clear Pro (Harz Labs) Россия – жесткий полиметилметакрилат, предназначенный для печати хирургических шаблонов, стерилизуется в автоклаве в режиме пластика и металла. Изделия, изготовленные из Dental Yellow Clear Pro можно дезинфицировать бетадином, октенисептом, 3 % раствором перекиси водорода, 2 % хлоргексидином. Индивидуальный навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия должен соответствовать требованиям настоящих технических условий: твердость по Шору $\geq 88.0 - \leq 85.0$, прочность на разрыв – $\geq 85.0 - \leq 80.0$ МПа, прочность на изгиб – $\geq 116.0 - \leq 100.0$ МПа, цитотоксичность и биосовместимость соответствует требованиям ГОСТ-ISO 10993.

После удаления фотополимерных множественных поддержек стереолитографический индивидуальный навигационный шаблон (рисунок 20) проходил этап обработки в изопропиловом спирте любой концентрации и процедура окончательного засвечивания в фотополимеризационной камере Anycubic Wash&Cure Plus (Китай) с длиной волны 385–405 в течение 15–20 минут.



Рисунок 20 – Стереолитографический индивидуальный навигационный шаблон для проведения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с поддержками после 3D-печати на 3D-принтере без фотополимеризационной засветки

После завершения процедуры изготовления индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия необходимо упаковать в крафт-пакеты для стерилизации в автоклаве при температуре 120 °С в течение 45 минут и хранится в стерильных крафт-пакетах при температуре 18–20 °С.

2.6 Клинический этап исследования

Для клинического этапа исследования методом последовательного рандомизированного включения пациентов в течение 2025–2026 года в клинике «Эй-би-си» были отобраны стоматологические больные в возрасте от 25–45 лет с диагнозом хронический апикальный периодонтит (K04.5), которым необходимо выполнение зубосохраняющей операции цистэктомии. Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в клиническом исследовании. Отобранной группе больных было выполнено стоматологическое обследование, а также рентгенологический анализ челюстных костей, для подтверждения диагноза K04.5, диагностики и планирования местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия, а также внутриротовое цифровое сканирование верхней челюсти для последующего совмещения сканов с реформатами КЛКТ и планирования навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с учетом морфометрических и анатомо-топографических параметров с учетом наличия добавочных инфраорбитальных отверстий и планировании операции цистэктомии.

Пациенты, которые были отобраны для проведения клинической части исследования были разделены по возрастному (таблица 5) и половому (таблица 6) признаку на 4 группы: мужчины и женщины в возрасте 25–34 лет и 35–45 лет по 15 человек в каждой.

Таблица 5 – Распределение пациентов для клинического исследования по возрастному и гендерному признаку

Возраст	Пол	
	Мужчины (n = 20)	Женщины (n = 20)
25–34 лет	10	10
35–45 лет	10	10

Таблица 6 – Распределение пациентов на группы исследования и гендерному признаку

Пол	Основная группа (n = 20)	Контрольная группа (n = 20)	Общее количество пациентов
Мужчины	10	10	20
Женщины	10	10	20

В последующем пациенты для клинического исследования с диагнозом хронический апикальный периодонтит (K04.5) были разделены на основную группу, у которой инфраорбитальная анестезия и зубосохраняющая операция цистэктомия выполнялись при помощи индивидуального навигационного шаблона для выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с учетом диагностического планирования антропометрических параметров и морфометрических особенностей инфраорбитального канала, которая состояла из 20 человек (10 мужчин и 10 женщин) и контрольную группу, количество которой составили 20 человек (10 мужчин и 10 женщин) с аналогичным диагнозом и необходимостью выполнения операции цистэктомии, но местное проводниковое обезболивание в области инфраорбитального отверстия проводилось классическим способом по общим анатомическим ориентирам.

У пациентов основной и контрольной группы использовался местный анестезирующий препарат – 4 % артикаин с адреналином 1 : 200 000 для получения унифицированных результатов исследования.

При проведении инфраорбитальной анестезии классическим способом и при помощи индивидуального навигационного шаблона до выполнения местного

проводникового обезболивания и после проводилось регистрация времени наступления анестезии при помощи секундомера и измерялось в секундах от момента окончания инъекции до наступления обезболивающего эффекта.

Анестезия мягких тканей является важным клиническим маркером, отражающим успешность блокады периферических ветвей подглазничного нерва в зоне их иннервации.

Зоны тестирования: оценивалось наличие субъективного онемения в областях, иннервируемых концевыми ветвями подглазничного нерва: кожа нижнего века, крыло носа, кожа и красная кайма верхней губы, а также слизистая оболочка альвеолярного отростка в проекции клыка и премоляров. Через равные промежутки времени (например, каждые 2 минуты) пациента опрашивали о наличии и выраженности ощущения онемения в указанных зонах.

Критерии оценки для регистрации времени наступления и оценки глубины анестезии мягких тканей использовалась 2-балльная шкала:

- 0 баллов – нормальная чувствительность (анестезия отсутствует);
- 1 балл – гипестезия (снижение чувствительности, онемение неполное);
- 2 балла – анестезия (полная потеря чувствительности достигнута).

Регистрировалось время наступления анестезии мягких тканей (в минутах и секундах от момента окончания инъекции) и её продолжительность (в минутах).

2.7 Статистические методы исследования

Обработка полученных данных выполнена с использованием программы StatTech v. 4.12.5 (ООО «Статтех», Россия), зарегистрированной в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (регистрационный номер 2020615715 от 29.05.2020 г.) и включённой в единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных (запись № 14167 от 11.07.2022, RRID:SCR_023071).

Проверка количественных показателей на соответствие нормальному распределению проводилась с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.

Показатели с нормальным распределением описывались как среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD), с указанием 95 % доверительного интервала (95 % ДИ) для средних. При отсутствии нормального распределения данные представлялись в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (Q_1 – Q_3).

Для сравнения двух групп по количественным признакам применялись следующие методы:

- при нормальном распределении и неравных дисперсиях – t-критерий Уэлча;
- при распределении, отличном от нормального, но равных дисперсиях – U-критерий Манна-Уитни.

Корреляционный анализ проводился с использованием коэффициента Пирсона (для нормально распределённых данных) или коэффициента Спирмена (для данных, распределение которых отличалось от нормального). Линейная регрессия использовалась для построения прогностической модели зависимости количественной переменной от факторов. Дискриминационная способность количественных признаков оценивалась методом ROC-анализа; пороговое значение (cut-off) определялось по максимальному индексу Юдена.

Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3**РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ****3.1 Оценка морфометрических и анатомо-топографических показателей подглазничного отверстия на основании изучения разработанных баз данных конусно-лучевой компьютерной томографии**

На основании ретроспективного исследования сагиттальных и коронарных реформатов конусно-лучевых компьютерных томограмм 160 пациентов в возрасте от 18 до 75 лет, средний возраст обследуемого контингента составил $40,6 \pm 14,1$ лет, была сформирована электронная база данных морфометрических и анатомо-топографических параметров подглазничного отверстия, которая позволила выявить вариабельность данной анатомической области передней поверхности лицевого скелета и послужила основанием для разработки основных и критических элементов индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия.

3.1.1 Морфометрический анализ подглазничного отверстия

По результатам проведенного анализа сагиттальных реформатов конусно-лучевых компьютерных томограмм 160 пациентов мужского и женского пола было установлено, что чаще всего в 60,6 % случаев встречается овальная форма подглазничного отверстия, 24,4 % – круглая форма ПО, 11,7 % – треугольная форма ПО, самый низкий процент встречаемости – 3,3 % приходится на треугольную форму подглазничного отверстия, что отображается на круговой диаграмме (рисунок 21).



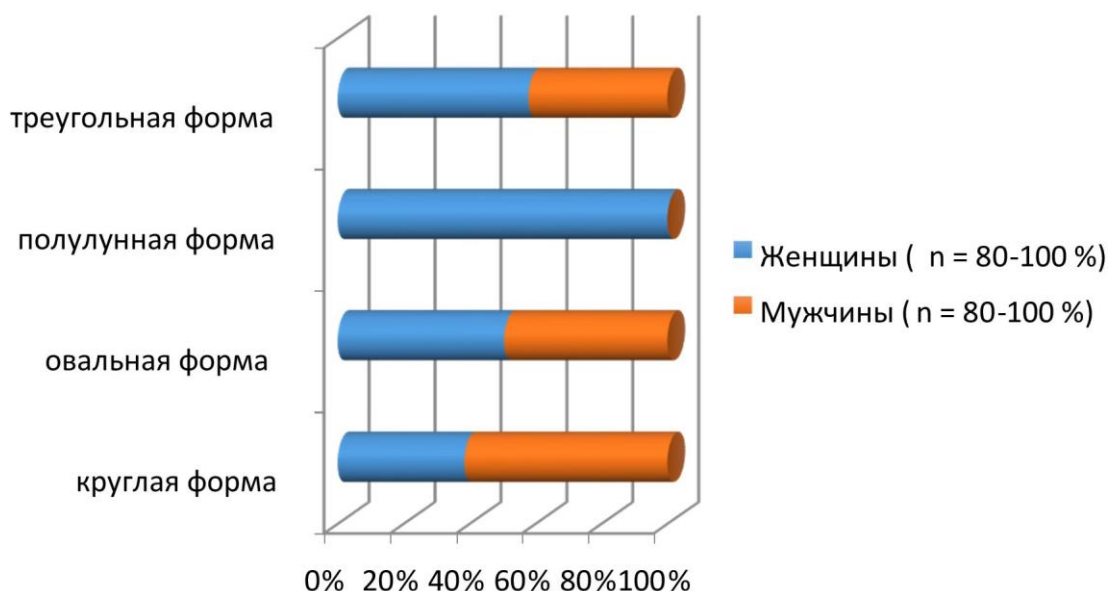
Рисунок 21 – Распространенность различных форм подглазничного отверстия по данным ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм

При изучении распространённости разных форм подглазничного отверстия у мужчин и женщин выявлено, что овальная форма с одинаковой частотой присутствует у представителей обоего пола (60 % у мужчин, 61,25 % у женщин). Однако обнаружена асимметрия: у лиц как мужского, так и женского пола данная форма слева встречается на 3,6 % чаще, чем справа. Это указывает на то, что форма ПО может различаться с разных сторон у одного и того же человека.

Круглая форма ПО у мужчин определялась в 30 % случаев, у женщин – в 18,75 %. При этом у мужчин данная форма с левой стороны встречалась достоверно в 6 раз чаще, чем с правой, а у женщин – в 2 раза чаще ($p < 0,05$). Полулунная форма ПО выявлялась исключительно у женщин (6,25 % случаев), причём с одинаковой частотой как справа, так и слева; у мужчин в исследованных сагиттальных реформатах КЛКТ эта форма не регистрировалась.

Треугольная форма ПО чаще встречается у женщин (13,75 %), чем у мужчин (10 %). У мужчин справа эта форма регистрируется в 2 раза чаще, чем слева ($p < 0,05$). Статистически значимых различий между полами по частоте круглой, овальной и треугольной форм не обнаружено (рисунок 22). Исключение – полулунная форма: слева она достоверно преобладает у женщин, тогда как справа встречается одинаково часто у обоих полов (таблица 7).

Проанализировав количество обнаруженных добавочных подглазничных отверстий, было установлено, что с правой стороны из 160 обследованных сагиттальных реформатов КЛКТ было выявлено 64 добавочных подглазничных



за 100 % было принято количество как мужчин, так и женщин

Рисунок 22 – Анализ распространенности вариабельности форм подглазничного отверстия среди мужского и женского пола по результатам ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм

Таблица 7 – Анализ распространенности различных форм подглазничного отверстия среди лиц мужского и женского пола с правой и левой стороны (n, %)

Пол	Форма подглазничного отверстия с левой стороны, p = 0,058				Форма подглазничного отверстия с правой стороны, p = 0,367			
	круг- лая	оваль- ная	полу- лунная	треу- гольная	круг- лая	оваль- ная	полу- лунная	треу- гольная
Женский	15 (37,8)	49 (50,5)	5 (100,0)	11 (57,9)	8 (66,7)	60 (46,9)	4 (50,0)	8 (66,7)
Мужской	24 (63,2)	48 (49,5)	0 (0,0)	8 (42,1)	4 (33,3)	68 (53,1)	4 (50,0)	4 (33,3)

отверстия, что соответствует 40 %, а с левой – 54–33,75 %. Также был установлен факт выявления по два добавочных подглазничных отверстия в 14 % случаев среди лиц женского пола, среди мужского – в 3 % случаев с правой стороны лицевого скелета, а с левой стороны было выявлено в 7,4 % случаев три и 7,4 % – два добавочных подглазничных отверстия среди лиц женского пола, среди мужчин только лишь в 1,85 % случаев, что также свидетельствует о весьма вариабельной анатомии периинфраорбитальной области у женщин.

Важным этапом морфометрического анализа подглазничных отверстий на сагиттальных срезах КЛКТ была оценка высоты и ширины ПО: продольного диаметра (высота), который с правой стороны составил $4,12 \pm 0,97$ мм ($n = 160$), с левой – $4,32 \pm 0,98$ мм ($n = 160$), а поперечный диаметр (ширина) ПО с правой стороны – $2,78 \pm 0,67$ мм ($n = 160$), а с левой – $2,74 \pm 0,54$ мм ($n = 160$).

Статистически значимых половых различий параметров размеров диаметров ПО выявлено не было (таблица 8).

Таблица 8 – Значения продольного и поперечного диаметра подглазничного отверстия с правой и левой стороны на основании ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм среди лиц мужского и женского пола ($n = 160$) (мм)

Показатели	Общее количество ($n = 160$)	Женский пол ($n = 80$)	Мужской пол ($n = 80$)	p – показатель статистически достоверных показателей
Продольный размер ПО с правой стороны (мм), M (SD)	$4,12 \pm 0,97$	$3,83 \pm 0,77$	$4,36 \pm 1,07$	p > 0,05 нет статистически значимых отличий с правой и левой стороны
Продольный размер ПО с левой стороны (мм), M (SD)	$4,32 \pm 0,98$	$3,97 \pm 0,89$	$4,68 \pm 0,94$	
Поперечный размер ПО с правой стороны (мм), M (SD)	$2,78 \pm 0,67$	$2,64 \pm 0,62$	$2,92 \pm 0,68$	
Поперечный размер ПО с левой стороны (мм), M (SD)	$2,74 \pm 0,54$	$2,68 \pm 0,62$	$2,84 \pm 0,50$	

Из полученных данных при сравнении продольного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия с правой стороны лицевого скелета, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, были выявлены существенные различия ($p = 0,001$), в отношении формы и размера продольного диаметра ПО, так при овальной форме ПО из 128 исследованных костных реформатов КЛКТ определялся продольный диаметр равный 4 мм (Q_1 – $Q_3 = 3,4$ – $4,6$), ПО круглой формы в 12 случаях имели размер 3,2 мм (Q_1 – $Q_3 = 3,0$ – $3,8$), полулунная форма – 5,7 мм (Q_1 – $Q_3 = 5,0$ – $5,7$), треугольная форма – 4,4 мм (Q_1 – $Q_3 = 3,5$ – $6,0$) (таблица 9).

Таблица 9 – Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия с правой стороны

Показатель	Категории	Продольный диаметр подглазничного отверстия с правой стороны (мм)			p
		Me – медиана	Q ₁ –Q ₃ доверительный интервал	Количество КЛКТ, n	
Форма подглазничного отверстия с правой стороны	круглая	3,2	3,0–3,8	12	0,001*
	овальная	4,0	3,4–4,6	128	0,013
	полулунная	5,7	5,0–5,7	8	0,002
	треугольная	4,4	3,5–6,0	12	0,009
Примечание – * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).					

При анализе продольного диаметра ПО слева на сагиттальных реформатах КЛКТ в зависимости от формы отверстия статистически значимых различий не обнаружено ($p = 0,566$) (таблица 10).

Таблица 10 – Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с левого стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия

Показатель	Категории	Продольный диаметр подглазничного отверстия с левой стороны (мм)			p
		Me – медиана	Q ₁ –Q ₃ доверительный интервал	Количество КЛКТ, n	
Форма подглазничного отверстия с левой стороны	круглая	4,0	3,5–5,2	39	0,566
	овальная	4,2	3,7–4,9	97	
	полулунная	3,5	3,1–4,1	5	
	треугольная	5,0	3,8–5,0	19	
Примечание – * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).					

При ретроспективном анализе КЛКТ изучены параметры поперечного диаметра ПО в зависимости от его формы на передней поверхности тела верхней челюсти. С помощью критерия Краскела-Уоллиса установлены статистически значимые различия ($p = 0,015$). Поперечный диаметр ПО при овальной форме (128 реформатов) составил 2,7 мм (Q_1 – $Q_3 = 2,3$ – $3,1$). Для круглой формы ПО с

правой стороны поперечный диаметр равнялся 2,5 мм ($Q_1-Q_3 = 2,2-2,9$; $p = 0,022$) (таблица 11). При полулунной форме ПО справа ширина отверстия достигала 3,8 мм ($Q_1-Q_3 = 3,5-3,9$; $p = 0,030$), а при треугольной форме – 2,5 мм ($Q_1-Q_3 = 2,1-2,9$; $p = 0,022$). Полученные данные имеют значение для предоперационного планирования.

Таблица 11 – Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия

Показатель	Категории	Продольный диаметр подглазничного отверстия с левой стороны (мм)			p
		Me – медиана	Q_1-Q_3 доверительный интервал	Количество КЛКТ, n	
Форма подглазничного отверстия с левой стороны	круглая	2,5	2,2–2,9	12	0,015
	овальная	2,7	2,3–3,1	128	0,022
	полулунная	3,8	3,5–3,9	8	0,030
	треугольная	2,5	2,1–2,9	12	0,022
Примечание – * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).					

При оценке поперечного диаметра подглазничного отверстия с левого стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия с указанной стороны, при помощи критерия Краскела-Уоллиса не удалось выявить статистически значимых различий ($p = 0,347$) (таблица 12).

Таблица 12 – Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия с левой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия

Показатель	Категории	Продольный диаметр подглазничного отверстия с левой стороны (мм)			p
		Me – медиана	Q_1-Q_3 доверительный интервал	Количество КЛКТ, n	
Форма подглазничного отверстия с левой стороны	круглая	2,7	2,3 – 3,0	38	0,347
	круглая	2,7	2,7 – 2,7	1	
	овальная	2,7	2,4 – 3,0	97	
	полулунная	2,2	1,9 – 2,7	5	
	треугольная	2,8	2,5 – 3,4	18	

3.1.2 Анатомо-топографический анализ периинфраорбитальной области с правой и левой стороны передней поверхности тела верхней челюсти

Ретроспективный анализ коронарных реформатов конусно-лучевых компьютерных томограмм периинфраорбитальной области 160 пациентов (с правой и левой сторон) показал следующие результаты. Расстояние от нижнего края глазницы до центра подглазничного отверстия составило справа $7,23 \pm 1,92$ мм, слева – $7,65 \pm 1,85$ мм. Расстояние от ПО до носовой вырезки – справа $14,47 \pm 1,92$ мм, слева $14,44 \pm 1,64$ мм. Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка – справа $20,09 \pm 2,31$ мм, слева $19,27 \pm 2,23$ мм. Указанные значения изученных анатомо-топографических параметров не имели статистически значимых различий в зависимости от стороны расположения ПО ($p > 0,05$). Детальная информация с указанием максимальных и минимальных размеров (в мм) представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Анализ анатомо-топографических показателей периинфраорбитальной области среди лиц мужского и женского пола на основании данных ретроспективного исследования конусно-лучевой компьютерной томографии

Показатели	Среди лиц мужского и женского пола (n = 160)	Min (мм)	Max (мм)	p – показатель статистически достоверной разницы
1	2	3	4	5
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО с правой стороны (мм), M (SD)	$7,23 \pm 1,92$	3,8	13,3	p > 0,05 нет статистически значимых различий с правой и левой стороны
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО с левой стороны (мм), M (SD)	$7,65 \pm 1,85$	4,3	13,2	
Расстояние от ПО до носовой вырезки с правой стороны (мм), M (SD)	$14,47 \pm 1,92$	6,7	18,7	
Расстояние от подглазничного отверстия до носовой вырезки с левой стороны (мм), M (SD)	$14,44 \pm 1,64$	9,8	18,2	

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с правой стороны (мм), М (SD)	20,09 ± 2,31	14,0	26,1	
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левой стороны (мм), М (SD)	19,27 ± 2,23	13,5	23,6	

При изучении анатомо-топографических параметров периинфрарбитальной области на коронарных срезах конусно-лучевых компьютерных томограмм 160 пациентов мужского и женского пола также не было выявлено статистически значимых различий ($p > 0,05$), так как по количественному показателю, распределение в исследуемых группах отличалось от нормального, при условии равенства дисперсий расчет статистически значимых показателей выполнялся с помощью U-критерия Манна-Уитни (таблица 14).

Таблица 14 – Анализ измерения показателей периинфраорбитальной области у лиц мужского и женского пола по данным конусно-лучевой компьютерной томографии

Показатели	Пол		p
	Женский	Мужской	
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО с левой стороны (мм), Ме [IQR]	7,8 [6,9–8,9]	7,6 [5,6–8,1]	p > 0,05
Расстояние от ПО до носовой вырезки с правой стороны (мм), Ме [IQR]	13,95 [12,93–15,10]	15,30 [13,65–16,30]	
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с правой стороны (мм), М (SD)	20,6 ± 1,9	19,6 ± 2,6	
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО с правой стороны (мм), Ме [IQR]	7,3 [6,2–8,6]	6,9 [5,7–8,0]	
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левой стороны (мм), Ме [IQR]	20,20 [18,70–21,45]	19,20 [17,00–20,30]	
Расстояние от ПО до носовой вырезки с левой стороны (мм), Ме [IQR]	14,1 [12,9–15,0]	15,0 [13,8–16,2]	

В рамках ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм 160 пациентов (18–75 лет, средний возраст $40,6 \pm 14,1$ лет) впервые сформирована электронная база данных морфометрических и анатомо-топографических параметров подглазничного отверстия. Морфометрический анализ сагиттальных реформатов КЛКТ показал, что преобладающей формой ПО является овальная (60,6 %), реже встречаются круглая (24,4 %), треугольная (11,7 %) и полулунная (3,3 %). Установлены половые и морфометрические различия: овальная форма встречается одинаково часто у мужчин и женщин, но слева – на 3,6 % чаще, чем справа; круглая форма достоверно чаще определяется у мужчин (30 % против 18,75 % у женщин), причём с левой стороны – в 6 раз чаще, чем с правой (у женщин – в 2 раза). Полулунная форма выявляется исключительно у женщин (6,25 %). Добавочные подглазничные отверстия обнаружены справа в 40 %, слева – в 33,75 %, причём у женщин чаще встречаются два и более дополнительных отверстий.

Продольный диаметр ПО составил справа $4,12 \pm 0,97$ мм, слева – $4,32 \pm 0,98$ мм; поперечный – $2,78 \pm 0,67$ мм и $2,74 \pm 0,54$ мм соответственно, но статистически значимых половых различий не выявлено. Однако размеры зависят от формы ПО: при овальной форме продольный диаметр больше (4,0 мм), чем при круглой (3,2 мм); полулунная форма характеризуется наибольшими значениями (5,7 мм). Поперечный диаметр также варьирует: максимален при полулунной форме (3,8 мм), минимален при круглой и треугольной (2,5 мм).

Анатомо-топографический анализ коронарных реформатов определил средние расстояния: от нижнего края глазницы до центра ПО – справа $7,23 \pm 1,92$ мм, слева $7,65 \pm 1,85$ мм; от ПО до носовой вырезки – $14,47 \pm 1,92$ мм и $14,44 \pm 1,64$ мм соответственно; от центра ПО до основания альвеолярного отростка – $20,09 \pm 2,31$ мм справа и $19,27 \pm 2,23$ мм слева. Статистически значимых межиндивидуальных и половых различий для топографических параметров не обнаружено ($p > 0,05$).

Разработанная база данных (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024622929 от 03.07.2024 г.) отражает высокую вариабельность

формы, размеров и топографии ПО, что имеет ключевое значение для персонализированного подхода при инфраорбитальной анестезии, дентальной имплантации и операциях во фронтальном отделе верхней челюсти, позволяя повысить точность и безопасность медицинских манипуляций в амбулаторной стоматологии.

3.2 Краниометрический анализ морфометрических и анатомо-топографических характеристик подглазничного отверстия

На основании краниометрического анализа 30 сухих черепов человека (14 мужских и 16 женских) с использованием электронного штангенциркуля, а также измерений костных сагиттальных реформатов конусно-лучевых компьютерных томограмм установлены следующие параметры продольного диаметра подглазничного отверстия. С правой стороны передней поверхности тела верхней челюсти этот показатель составил $4,52 \pm 0,97$ мм, с левой – $4,37 \pm 0,74$ мм. При разделении по полу: у мужчин продольный диаметр ПО справа равнялся $4,7 \pm 1,2$ мм, у женщин – $4,4 \pm 0,7$ мм; слева – $4,5 \pm 1,2$ мм и $4,2 \pm 1,1$ мм соответственно. Статистически значимых различий между полами не выявлено (t-критерий Стьюдента: $p = 0,490$ и $p = 0,530$) (таблицы 15, 16).

Таблица 15 – Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны в зависимости от пола, $M \pm SD$ (мм)

Показатель	Категории	Продольный диаметр ПО справа (мм)			p
		$M \pm SD$	95 % ДИ	n	
Пол	Мужской	$4,7 \pm 1,2$	3,9–5,4	14	0,490
	Женский	$4,4 \pm 0,7$	4,0–4,8	16	

Таблица 16 – Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с левой в зависимости от пола, $M \pm SD$ (мм)

Показатель	Категории	Продольный диаметр ПО слева (мм)			p
		$M \pm SD$	95 % ДИ	n	
Пол	Мужской	$4,5 \pm 1,2$	3,8–5,2	14	0,490
	Женский	$4,2 \pm 1,1$	3,7–4,8	16	

При изучении поперечного диаметра подглазничного отверстия на сухих человеческих черепах установлено, что его среднее значение справа равно $2,7 \pm 0,65$ мм, слева – $2,94 \pm 0,58$ мм. Анализ зависимости этого параметра от пола выявил асимметрию: для правой стороны обнаружены статистически значимые различия ($p < 0,001$, U-критерий Манна-Уитни, таблица 17), тогда как для левой стороны половые различия оказались статистически незначимыми ($p = 0,302$, t-критерий Уэлча, таблица 18).

Таблица 17 – Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм)

Показатель	Категории	Поперечный диаметр ПО слева (мм)			p
		Me	Q ₁ –Q ₃	n	
Пол	Мужской	2,9	2,9–3,2	14	< 0,001*
	Женский	2,3	2,1–2,5	16	
Примечание – * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).					

Таблица 18 – Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия слева (мм)

Показатель	Категории	Поперечный диаметр ПО слева (мм)			p
		$M \pm SD$	95 % ДИ	n	
Пол	Мужской	$3,1 \pm 0,3$	2,9–3,3	14	0,302
	Женский	$2,8 \pm 0,7$	2,4–3,2	16	

При морфометрическом анализе формы подглазничных отверстий дегидратированных человеческих черепов было установлено, что частота

встречаемости овальной формы ПО среди мужских исследованных черепов составила 71,4 %, а круглой формы – 28,6 %. Среди женских человеческих черепов овальная форма ПО с правой стороны передней поверхности тела верхней челюсти встречалась в 100 % случаев, а круглая, треугольная и полулунная форма, которые выявлялись при ретроспективном анализе КЛКТ лиц женского пола, не определялись. При анализе формы подглазничного отверстия в зависимости от пола были установлены статистически значимые различия ($p = 0,037$) при расчете критерия Фишера (рисунок 23).

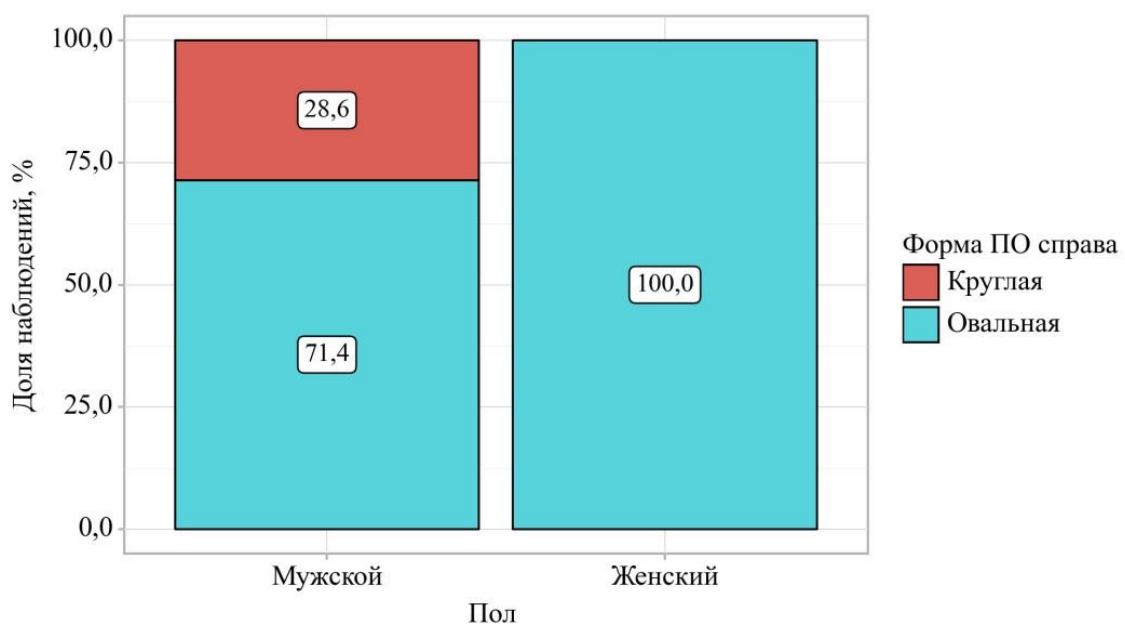


Рисунок 23 – Анализ формы подглазничного отверстия сухих человеческих черепов мужского и женского пола с правой стороны передней поверхности тела верхней челюсти

По результатам оценки морфометрических параметров формы подглазничных отверстий дегидратированных человеческих черепов с левой стороны было установлено, что овальная форма ПО встречается среди мужского пола в 71,4 % случаев ($n = 10$), а женского пола – 75 % ($n = 12$), а круглая форма ПО при данном виде краниометрического исследования показала, что процент встречаемости данной формы среди мужского пола составляет 28,6 % ($n = 4$), а женского пола – 25 % ($n = 4$) (рисунок 24).

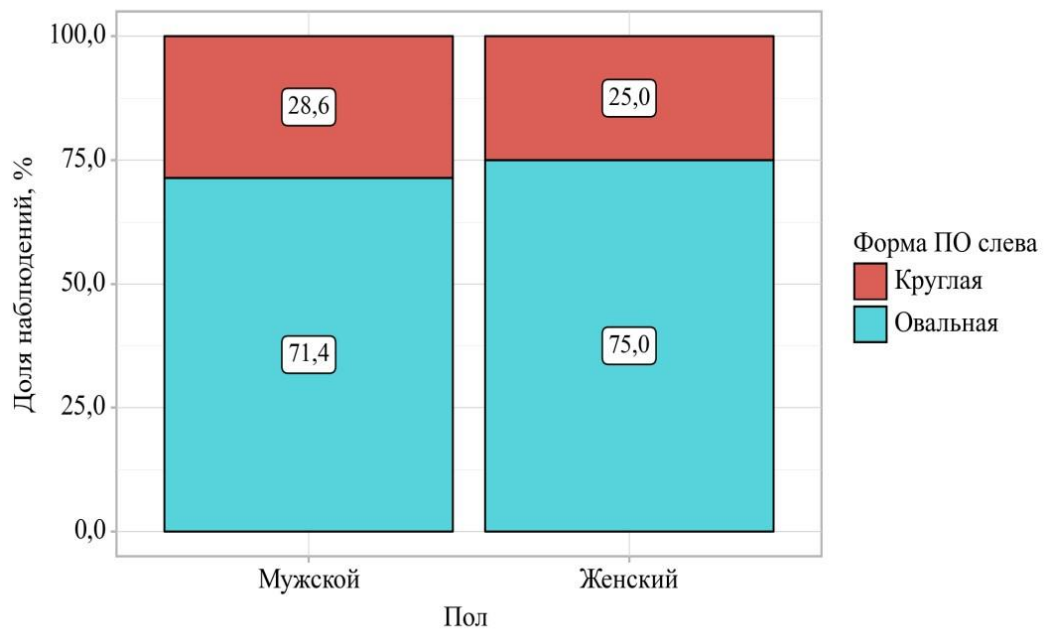


Рисунок 24 – Анализ формы подглазничного отверстия сухих человеческих черепов мужского и женского пола с левой стороны передней поверхности тела верхней челюсти

Краниометрический анализ сухих человеческих черепов показал, что добавочные подглазничные отверстия с правой стороны передней поверхности черепа встречаются в 20 % случаев ($6 \pm 0,26$): среди мужского пола – 6,7 %, среди женского – 13,3 %, а с левой стороны – в 46,7 % случаев (14 ± 2): у мужского пола – 20 %, женского пола – в 26,7 %, что достоверно в 2 раза чаще, чем с правой стороны ($p < 0,05$).

Краниометрический анализ сухих черепов показал отсутствие статистически значимых различий между правой и левой сторонами по трём параметрам (таблица 19): расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО (справа $8,1 \pm 1,3$ мм, слева $8,4 \pm 1,1$ мм); расстояние от ПО до носовой вырезки ($14,1 \pm 2,3$ мм и $14,5 \pm 1,9$ мм); расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка ($22,5 \pm 2,6$ мм и $23,0 \pm 2,9$ мм).

При изучении краниометрических параметров периинфрарбитальной области у лиц мужского и женского пола также не было выявлено статистически значимых различий ($p > 0,05$), так как по количественному показателю, распределение в исследуемых группах отличалось от нормального, при условии равенства дисперсий

расчет статистически значимых показателей выполнялся с помощью U-критерия Манна-Уитни (таблица 20).

Таблица 19 – Краниометрические параметры периинфраорбитальной области передней поверхности тела верхней челюсти сухих человеческих черепов

Показатели	M ± SD / Me	95 % ДИ / Q ₁ – Q ₃	n-количество сухих черепов	Min	Max
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО справа (мм), M ± SD (мм)	8,1 ± 1,3	7,7–8,6	30	6,2	10,7
Расстояние от ПО до носовой вырезки справа (мм), Me (мм)	14,1 ± 2,3	12,6–15,4	30	10,9	18,4
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти справа (мм), M ± SD (мм)	22,5 ± 2,6	21,5–23,5	30	17,6	28,4
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО слева (мм), M ± SD (мм)	8,4 ± 1,1	8,0–8,8	30	5,7	10,1
Расстояние от ПО до носовой вырезки слева (мм), Me (мм)	14,5 ± 1,9	12,4–14,9	30	10,4	18,1
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка в/ч (мм), M ± SD (мм)	23,0 ± 2,9	21,9–24,1	30	17,9	27,8

Таблица 20 – Краниометрические параметры периинфраорбитальной области передней поверхности тела верхней челюсти сухих человеческих черепов в зависимости от пола

Показатели	Пол		p
	Мужской	Женский	
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО справа (мм), Me [IQR]	8,0 [7,1; 8,4]	8,4 [7,2; 9,6]	0,401
Расстояние от ПО до носовой вырезки справа (мм), Me [IQR]	13,3 [12,1; 14,5]	14,4 [13,2; 16,1]	0,156
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти справа (мм), Me [IQR]	21,6 [20,4; 23,2]	23,6 [21,6; 24,8]	0,053
Расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО слева (мм), Me [IQR]	9,1 [7,6; 9,3]	8,6 [8,1; 8,9]	0,739
Расстояние от ПО до носовой вырезки слева (мм), Me [IQR]	14,6 [12,4; 14,8]	14,4 [13,8; 15,0]	0,934
Расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка в/ч (мм), Me [IQR]	22,0 [19,9; 24,6]	24,5 [21,2; 26,2]	0,096

Резюме

В ходе краниометрического анализа 30 сухих черепов (14 мужских, 16 женских) установлено, что продольный диаметр подглазничного отверстия не имеет статистически значимых половых различий ($p > 0,05$), тогда как поперечный диаметр ПО справа у мужчин – 2,9 мм достоверно превышает таковой у женщин (2,3 мм) ($p < 0,001$). Форма ПО характеризуется преобладанием овального типа: у мужчин – 71,4 %, у женщин – 100 % справа ($p = 0,037$); слева овальная форма встречается в 71,4 % и 75 % соответственно. Добавочные подглазничные отверстия с левой стороны выявляются в 2 раза чаще, чем с правой (46,7 % против 20 %, $p < 0,05$). Расстояния от ПО до нижнего края глазницы, носовой вырезки и основания альвеолярного отростка верхней челюсти не демонстрируют значимых половых отличий ($p > 0,05$). Полученные данные подтверждают необходимость учета половых и морфометрических особенностей ПО при планировании хирургических вмешательств и регионарной анестезии в области подглазничного отверстия.

3.3 Разработка математической модели угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия при выполнении инфраорбитальной анестезии

На сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томограммы находим точку пересечения двух осей Y и Z, которая соответствует нижнему краю подглазничного отверстия в области выхода подглазничного нерва из подглазничного канала на поверхность тела верхней челюсти (рисунок 25).

На сагиттальном реформате КЛКТ определяем нижний край подглазничного отверстия на передней поверхности тела верхней челюсти и обозначаем его точкой А (рисунок 26).

На сагиттальном срезе КЛКТ от точки А по оси Z опускаемся измерительным инструментом на 10 мм вниз – Z – 10 мм и получаем точку А₁,

которая находится на оси Z и располагается на 10 мм ниже точки А на передней поверхности тела верхней челюсти (рисунок 27, 28).



Рисунок 25 – Сакиттальный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии с обозначением осей x , y , z

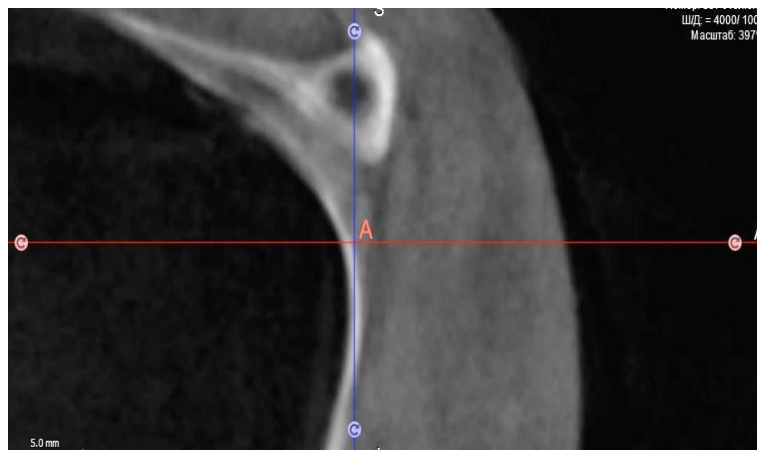


Рисунок 26 – Сакиттальный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии с определением нижнего края подглазничного отверстия точкой А

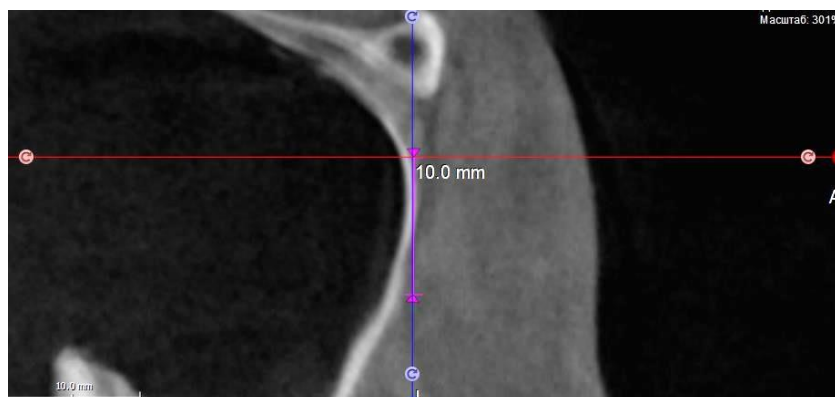


Рисунок 27 – На сакиттальном срезе спускаемся по оси Z на 10 мм ниже

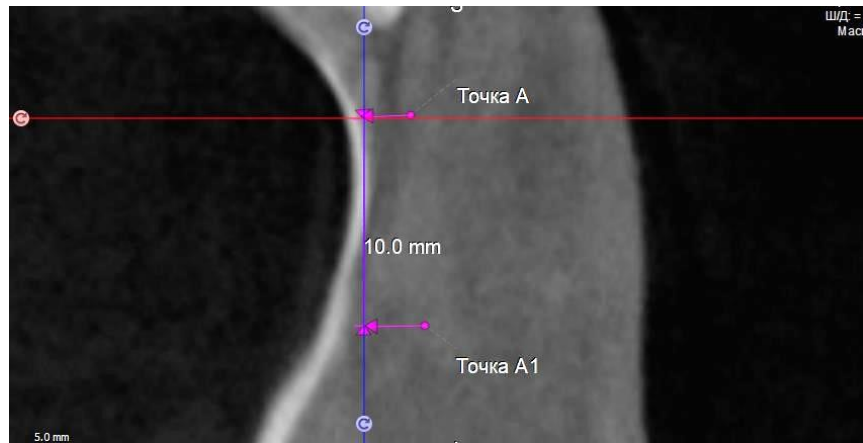


Рисунок 28 – Определение точки A_1 на сагиттальном реформате конусно-лучевой компьютерной томографии

На сагиттальном срезе КЛКТ от точки A_1 проводим измерения по оси Y до костной ткани тела верхней челюсти и устанавливаем точку A_2 (рисунок 29).

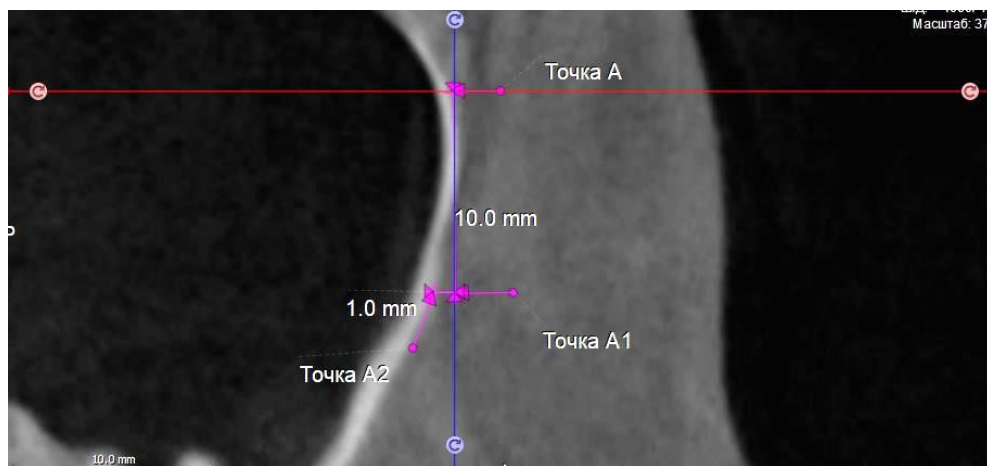


Рисунок 29 – На сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томографии определяем точку A_2

Полученное расстояние в миллиметрах суммируется с осью Y .

Таким образом, координаты точки введения местного анестетика будут равны: точка $A_{2(Y)} = A_{1(Y)} -$ две точки в одной плоскости по оси перпендикулярной к оси X (1, 2):

$$A_{2(Y)} = A_{1(Y)} + A_2 - A_{1(\Delta Y)}, \quad (1)$$

$$A_1 = A_{(Z)} + A_{1(\Delta Z)}. \quad (2)$$

В результате соединения точек А, А₁, А₂ получается геометрическая модель прямоугольного треугольника, поэтому сформировавшиеся геометрическая фигура является областью введения местного анестетика в целевой пункт (область подглазничного отверстия) (рисунок 30).

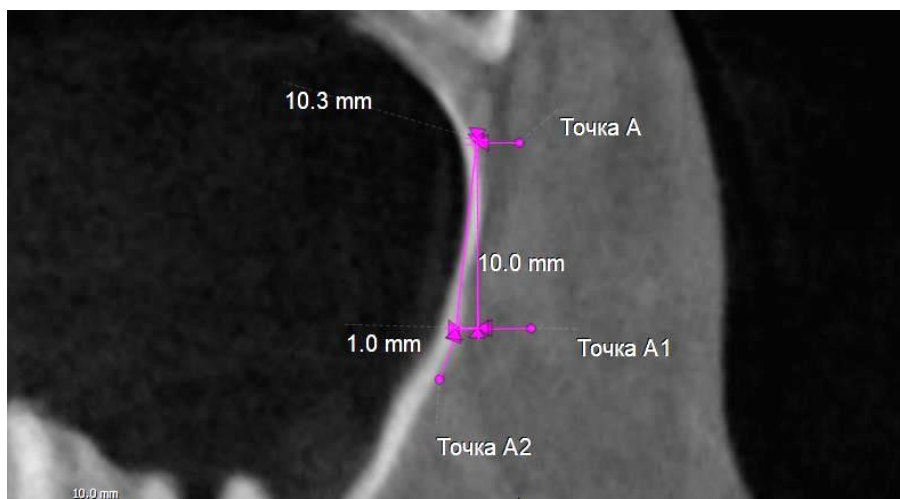


Рисунок 30 – На сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томографии строим прямоугольный треугольник АА₁А₂

От заданной точки А до А₁ и А₂ проводим две прямые – АА₁ и АА₂ и получаем искомый угол $\angle A_2AA_1$ и обозначаем углом $\angle \alpha$, значение которого определяется по следующей формуле и вводим для него название индивидуальный угол введения инъекционной иглы в зону целевого пункта (3):

$$\angle \alpha = \arctg (\Delta Y / \Delta Z) . \quad (3)$$

$\angle \alpha$ имеет индивидуальное значение для каждого пациента от $\angle 10$ – $\angle 40$ α, что связано с особенностями строения тела верхней челюсти, а именно с выраженностью бугристости и конвергенции альвеолярного отростка по отношению к телу верхнечелюстной кости. Нахождение искомого $\angle \alpha$ необходимо для минимизации риска попадания иглы в подглазничное отверстие и определения области введения местного анестетика без травмы подглазничного нерва. Например, на КЛКТ пациента, представленной на рисунке 7 определим значение $\angle \alpha = \arctg (\Delta Y / \Delta Z) = \arctg (3 \text{ мм} / 10 \text{ мм}) = 0,3$. По таблице стандартных значений tg определяем величину $\angle \alpha$, для значения $\angle \alpha = 0,3 = \angle 17$ α (рисунок 31).

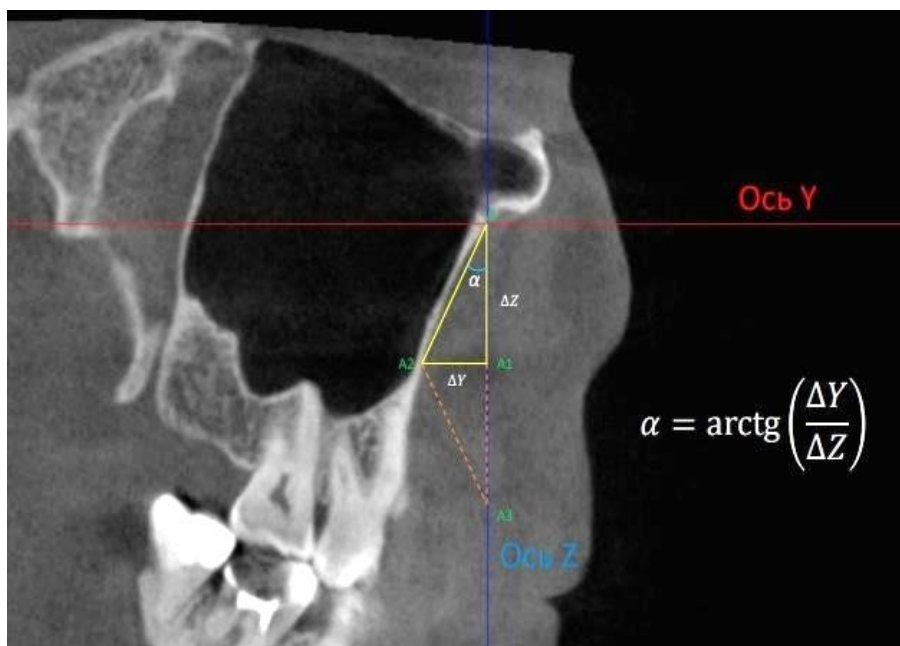


Рисунок 31 – Построение на сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томографии равнобедренного треугольника с $\angle\alpha$ и $\angle\alpha_1$

На сагиттальном срезе КЛКТ от точки A_1 опускаемся вниз на 10 мм по оси Z и получаем точку A_3 , которая располагается у основания альвеолярного отростка верхней челюсти. Соединяем точки $A_1A_2A_3$ и получаем прямоугольный треугольник, в котором $\angle A_1A_2A_3$ обозначаем углом $\angle\alpha_1$ и обозначаем его как угол конвергенции между телом и альвеолярном отростком верхней челюсти и находим по формуле (4):

$$\angle\alpha_1 = \arctg(\Delta Z_1/\Delta Y). \quad (4)$$

Например, на сагиттальном срезе КЛКТ пациента, представленном на рисунке 31 определим значение $\angle\alpha_1 = (\Delta Z_1/\Delta Y) = 10 : 3 = 3,3 = 73^\circ$ по таблице стандартных значений tg . Таким образом, вкол иглы через отверстие в стойке навигационного шаблона будет осуществляться в направлении, которое формируется путем соединения целевых точек A_2 , A_3 и A_4 . Точка A_4 совпадает с центром отверстия в стойке навигационного шаблона и располагаются по оси Y под углом определяемым по формуле 4 по отношению к оси Z и рассчитываемым для каждого пациента индивидуально, так как величина искомого угла $\angle\alpha_1$

зависит от вариабельности и индивидуальных особенностей строения тела и альвеолярного отростка верхней челюсти, что представляет собой наиболее оптимальное направление иглы в момент выполнения инфраорбитальной анестезии при помощи индивидуального навигационного шаблона (рисунок 32).

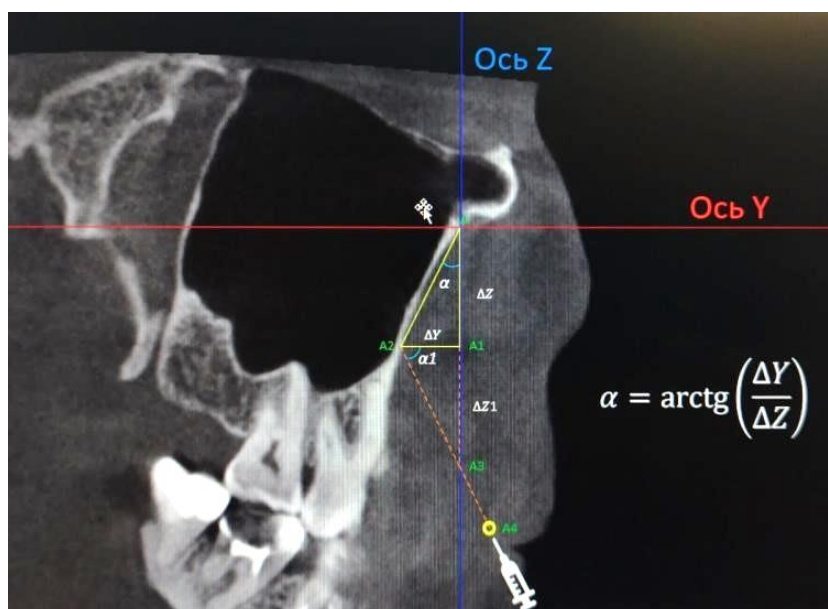


Рисунок 32 – Математическая модель индивидуального угла введения инъекционной иглы в область подглазничного отверстия $\angle A_2AA_1$

На основании разработки математической модели определения угла ведения анестетика в область ПО был опубликован на изобретение № 2839293 от 29.04.2025 г. «Способ моделирования направления введения анестетика при инфраорбитальной анестезии», который подтверждает целесообразность использования данной математической модели для цифрового планирования индивидуального навигационного шаблона для проведения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и диагностического планирования инфраорбитальной анестезии при выполнении цистэктомии с определением персонифицированных значений индивидуального угла конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти, который имеет значения от 13° до 18° , а угол индивидуального введения инъекционной иглы в область подглазничного отверстия (УИВ) $\angle A_2AA_1$ от 12° до 17° .

3.4 Результаты анализа значений угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия при выполнении инфраорбитальной анестезии при помощи индивидуального навигационного шаблона

На основании ретроспективного анатомо-топографического анализа сагиттальных срезов КЛКТ 160 пациентов мужского и женского пола, а также краниометрического изучения параметров периинфраорбитальной области на 30 сухих человеческих черепях и разработанной математической модели угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия при выполнении местного проводникового обезболивания на верхней челюсти на сагиттальных реформатах конусно-лучевой компьютерной томографии были изучены значения данного угла и определена взаимосвязь его значений с углом индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка верхней челюсти по отношению к телу верхнечелюстной кости, измеренного в сагиттальной плоскости относительно фронтальной оси тела верхней челюсти. Расстояние от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка имело разные значения в связи с особенностями и вариабельностью строения клыковой ямки, которая представляет собой углубление на передней поверхности тела верхней челюсти, расположенное на 3–10 мм ниже подглазничного отверстия, глубина варьирует от 1 до 5 мм, форма – от округлой до щелевидной, на дне часто обнаруживаются передние альвеолярные каналы. Выраженность ямки имеет значение для планирования оперативных доступов при выполнении подглазничной блокады, цистэктомии, имплантации и интерпретации данных КЛКТ.

3.4.1 Результаты ретроспективного анализа угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка верхней челюсти по отношению к телу верхнечелюстной кости и индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора в зону подглазничного отверстия

Максимальное значение УИК с правой стороны среди изученных данных сагиттальных срезов КЛКТ 160 пациентов, среди которых 50 % женщин и 50 % мужчин составило $44,7^\circ$, а минимальное значение – $45,9^\circ$, с левой стороны максимальное значение – $32,9^\circ$, минимальное – $45,2^\circ$. Максимальное значение УИВ среди случайной выборки результатов КЛКТ исследований справа составило $35,7^\circ$, минимальное значение – $45,9^\circ$, с левой стороны максимальное значение УИВ – 33° , минимальное – $45,27^\circ$.

В таблице 21 представлены среднестатистические значения угла УИК среди обследованного контингента обоего пола с правой стороны – $18,21 \pm 7,06^\circ$, с левой стороны – $17,21 \pm 6,46^\circ$. Значения индивидуального угла введения инъекционной иглы в зону подглазничного отверстия справа составили – $15,84 \pm 5,45^\circ$, слева – $13,09 \pm 3,22^\circ$.

По шкале Чеддока установлена весьма высокая корреляция между углом индивидуальной конвергенции – отношением альвеолярного отростка к телу верхней челюсти – и углом введения иглы. Увеличение УИК на 1° ведёт к увеличению УИВ на $0,979^\circ$ ($p < 0,001$). Регрессионное уравнение (5):

$$\text{УИВ} = 0,979 \times \text{УИК} + 0,152. \quad (5)$$

Модель объясняет 99,3 % дисперсии (таблица 22, рисунок 33).

При проведении анализа угла ($\text{УИК} = \angle A_2AA_1$) с правой стороны ($p = 0,114$) и левой стороны ($p = 0,625$) в зависимости от пола, не удалось установить статистически значимых различий и при расчете U-критерий Манна-Уитни (таблица 23, 24).

Таблица 21 – Анализ значений угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения инъекционной иглы в зону целевого пункта расположения подглазничного отверстия среди мужчин и женщин (в градусах)

Показатели	n = 160	Женщины (n = 80)	Мужчины (n = 80)	p
Значения угла индивидуальной конвергенции между телом и альвеолярным отростком верхней челюсти справа (в градусах), M (SD)	18,21 ± 7,06	17,19 ± 6,44	19,24 ± 7,05	p > 0,05 нет статистически значимых различий с правой и левой стороны
Значения индивидуального угла введения инъекционной иглы в зону подглазничного отверстия справа (в градусах), M (SD)	15,84 ± 5,45	13,28 ± 4,6	13,28 ± 3,9	
Значения угла индивидуальной конвергенции между телом и альвеолярным отростком верхней челюсти слева (в градусах), M (SD)	17,21 ± 6,46	17,4 ± 5,51	17,54 ± 6,43	
Значения индивидуального угла введения инъекционной иглы в зону подглазничного отверстия слева (в градусах), M (SD)	13,09 ± 3,22	13,24 ± 2,97	12,94 ± 3,11	

Таблица 22 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка и индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора с правой стороны в градусах

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
УИК ($\angle A_2AA_1$) и УИВ ($\angle \alpha$)	0,995	Весьма высокая	< 0,001*
Примечание – * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).			

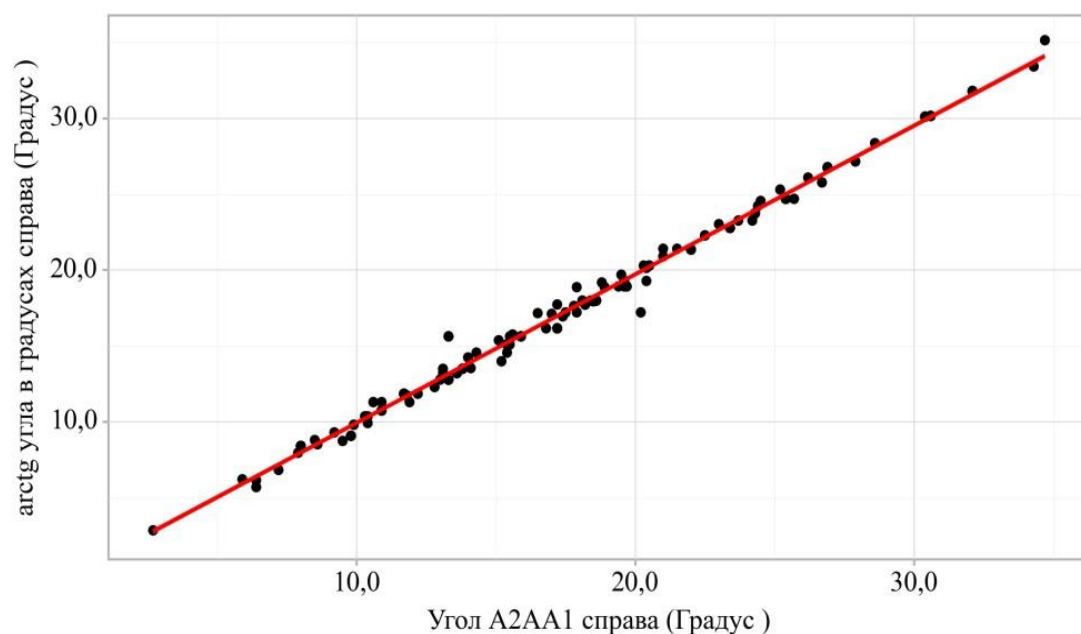


Рисунок 33 – График корреляционной взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка по отношению к телу верхней челюсти ($\angle A_2AA_1$) и значениями индивидуального угла введения инъекционной иглы в зону подглазничного ($\angle \alpha$) отверстия справа

Таблица 23 – Анализ угла индивидуальной конвергенции ($\angle A_2AA_1$) с правой стороны в зависимости от пола

Показатель	Категории	Угол A_2AA_1 справа (Градус)			p
		Me	Q_1-Q_3	n	
Пол	Женский	17,4	12,9–20,6	80	0,114
	Мужской	18,2	13,3–24,3	79	

Таблица 24 – Анализ угла индивидуальной конвергенции ($\angle A_2AA_1$) с левой стороны в зависимости от пола

Показатель	Категории	Угол A_2AA_1 слева (Градус)			p
		Me	Q_1-Q_3	n	
Пол	Женский	16,3	12,72–22,38	78	0,625
	Мужской	16,4	11,50–20,30	79	

Нами был проведен корреляционный анализ взаимосвязи угла УИК = $\angle A_2AA_1$ справа и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания

альвеолярного отростка верхней челюсти в (мм), который показал отсутствие связи между двумя представленными показателями (таблица 25).

Таблица 25 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла справа и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм)

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
УИК = $\angle A_2AA_1$ справа расстояние от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с правой стороны (мм)	-0,072	Нет связи	0,364

Проведенный корреляционный анализ взаимосвязи угла УИК = $\angle A_2AA_1$ слева и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм) с левой стороны показал на слабую тесноту обратной связи (таблица 26).

Таблица 26 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла слева и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левого стороны (мм)

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
УИК = $\angle A_2AA_1$ справа расстояние от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левой стороны (мм)	-0,186	Слабая	0,020*
Примечание – * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).			

Наблюдаемая зависимость расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка в/ч (мм) с левого стороны от угла УИК = $\angle A_2AA_1$ слева описывается уравнением парной линейной регрессии (6):

$$Y = -0,057 \times X + 20,216, \quad (6)$$

где Y – расстояние от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка в/ч(мм) с левой стороны;

X – угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка слева.

При увеличении угла $УИК = \angle A_2AA_1$ слева на 1 градус следует ожидать уменьшение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм) на 0,057 мм. Полученная модель объясняет 2,7 % наблюдаемой дисперсии расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левой стороны.

3.4.2 Результаты анализа угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка верхней челюсти по отношению к телу верхнечелюстной кости и индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора в зону подглазничного отверстия по данным конусно-лучевой компьютерной томографии сухих человеческих черепов

Результаты изучения значений углов УИК и УИВ с правой и с левой стороны при изучении сагиттальных срезов КЛКТ сухих человеческих черепов были получены статистически значимые достоверные отличий между значением указанных углов среди мужчин и женщин. У лиц мужского пола значение угла УИК с правой стороны передней поверхности тела верхней челюсти – $\angle 15,53 \pm 7,16$ ($p = 0,004$), что достоверно в 2 раза выше, чем у женщин – $\angle 8,30 \pm 5,37$ с той же стороны ($p = 0,007$). С левой стороны между значениями углов УИВ и УИК среди лиц мужского и женского пола статистически значимых различий не наблюдалось (таблица 27).

По результатам рентгенологического анализа установлено, что среднестатистические значения угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка верхней челюсти по отношению к телу верхнечелюстной кости с правой стороны – $\angle 11,67 \pm 7,17$, с левой стороны – $\angle 13,00$ и угла индивидуального введения инъекционной иглы карпульного инъектора в зону целевого пункта справа – $\angle 11,50 \pm 6,89$, слева – $\angle 13,41$ (таблица 28).

Таблица 27 – Анализ значений угла индивидуальной конвергенции и индивидуального угла с правой и с левой стороны при изучении сагиттальных срезов конусно-лучевой компьютерной томографии в зависимости от пола по результатам измерений сухих человеческих черепов

Показатели	Пол		p
	Мужской	Женский	
Угол индивидуальной конвергенции справа в градусах (градус), M (SD)	15,53 ± 7,16	8,30 ± 5,37	0,004*
Индивидуальный угол введения справа градусах (градус), M (SD)	15,01 ± 7,00	8,42 ± 5,26	0,007*
Угол индивидуальной конвергенции слева в градусах (мм), Me [IQR]	12,90 [7,85; 22,23]	14,30 [8,28; 18,00]	0,739
Индивидуальный угол введения слева градусах (мм), Me [IQR]	12,73 [10,20; 25,31]	14,56 [8,63; 18,54]	0,852
Примечание – * – различия показателей статистически значимы (p < 0,05).			

Таблица 28 – Анализ значений угла индивидуальной конвергенции и индивидуального угла с правой и с левой стороны при изучении сагиттальных срезов конусно-лучевой компьютерной томографии сухих человеческих черепов (n = 30)

Показатели	M ± SD / Me	95 % ДИ / Q ₁ –Q ₃	n	Min	Max
Угол индивидуальной конвергенции справа в градусах, M ± SD (градус)	11,67 ± 7,17	9,00–14,35	30	1,20	25,30
Индивидуальный угол введения справа градусах, M ± SD (градус)	11,50 ± 6,89	8,93–14,07	30	1,43	24,47
Угол индивидуальной конвергенции слева в градусах, Me (мм)	13,00	7,82–18,20	30	4,60	33,10
Индивидуальный угол введения слева градусах, Me (мм)	13,41	8,98–18,88	28	4,57	33,58

Проведенный корреляционный анализ взаимосвязи УИК слева и расстояния от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти была установлена слабой тесноты обратная связь (таблица 29).

Таблица 29 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции слева и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм)

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
Угол индивидуальной конвергенции слева расстояние от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левой стороны (мм)	-0,186	Слабая	0,326

Для левой стороны установлена регрессионная зависимость между расстоянием от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти и углом индивидуальной конвергенции. Данная взаимосвязь описывается следующим уравнением парной линейной регрессии: *Зависимая переменная* (Y) – расстояние от центра ПО до основания альвеолярного отростка (в мм); *независимая переменная* (X) – УИК слева (в градусах); При увеличении УИК слева на 1 мм следует ожидать уменьшение расстояния от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на 0,124 мм. Полученная модель объясняет 10,5 % наблюдаемой дисперсии расстояния от центра ПО до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм).

При оценке корреляционного анализа взаимосвязи УИК слева и УИВ слева была установлена весьма высокой тесноты прямая связь (таблица 30).

Таблица 30 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции и индивидуального угла введения слева

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
Угол индивидуальной конвергенции слева, индивидуальный угол введения слева	0,996	Весьма высокая	< 0,001*
Примечание – * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).			

Наблюдаемая зависимость УИВ слева от УИК слева описывается уравнением парной линейной регрессии (7):

$$Y = 1,012 \times X - 0,032, \quad (7)$$

где Y – индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора с левой стороны;

X – угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка слева.

При увеличении УИК слева в градус на 1 мм следует ожидать увеличение УИВ слева градуса на 1,012 мм. Полученная модель объясняет 99,8 % наблюдаемой дисперсии УИВ слева градуса (рисунок 34).

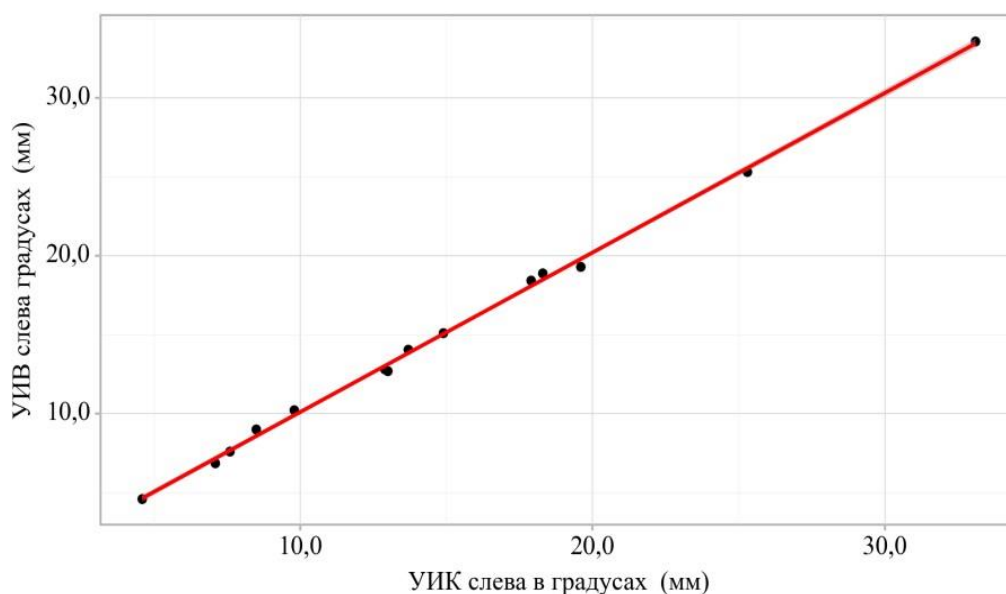


Рисунок 34 – График регрессионной функции, характеризующий зависимость индивидуального угла введения от угла индивидуальной конвергенции с левой стороны передней поверхности тела верхней челюсти

В результате ретроспективного анализа данных КЛКТ 160 пациентов (80 мужчин, 80 женщин) и краниометрического исследования 30 сухих черепов установлено, что на КЛКТ пациентов средний угол индивидуальной конвергенции справа составил $18,21 \pm 7,06^\circ$, слева – $17,21 \pm 6,46^\circ$; средний угол введения иглы (УИВ) – $15,84 \pm 5,45^\circ$ справа и $13,09 \pm 3,22^\circ$ слева. На сухих черепах эти показатели были ниже: УИК справа – $11,67 \pm 7,17^\circ$, слева – $13,00^\circ$, УИВ справа – $11,50 \pm 6,89^\circ$, слева – $13,41^\circ$.

В результате корреляционного анализа была обнаружена весьма высокая прямая корреляционная связь ($\rho = 0,995\text{--}0,996$ по шкале Чеддока, $p < 0,001$). Регрессионное уравнение (для правой стороны) (8):

$$\text{УИВ} = 0,979 \times \text{УИК} + 0,152, \quad (8)$$

где УИВ – индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора с правой стороны;

УИК – угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка справа.

Увеличение УИК на 1° ведёт к росту УИВ на $0,979^\circ$ (на КЛКТ пациентов) или на $1,012^\circ$ (на черепах), что подтверждает высокую предсказуемость угла введения иглы по углу конвергенции альвеолярного отростка.

Корреляционный анализ показал отсутствие статистически значимой связи с правой стороны ($r = -0,072$; $p = 0,364$) и слабую обратную связь с левой ($\rho = -0,186$; $p = 0,020$) на КЛКТ пациентов; на черепах связь также была слабой и недостоверной ($\rho = -0,186$; $p = 0,326$). Полученные модели объясняют лишь 2,7–10,5 % дисперсии расстояния, что свидетельствует о независимости угловых параметров от линейных размеров клыковой ямки.

На КЛКТ пациентов статистически значимых различий по углам УИК и УИВ между мужчинами и женщинами не выявлено ($p > 0,05$). Однако при исследовании сухих черепов у мужчин значения УИК и УИВ справа были достоверно выше, чем у женщин ($15,53 \pm 7,16^\circ$ против $8,30 \pm 5,37^\circ$, $p = 0,004$), что может быть связано с особенностями выборки.

Таким образом, установлена высокая прогностическая ценность угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти для определения оптимального угла введения иглы при инфраорбитальной анестезии с использованием индивидуального навигационного шаблона. Расстояние от подглазничного отверстия до альвеолярного гребня, определяемое строением клыковой ямки, не является значимым предиктором угла введения и не влияет на выявленную корреляцию.

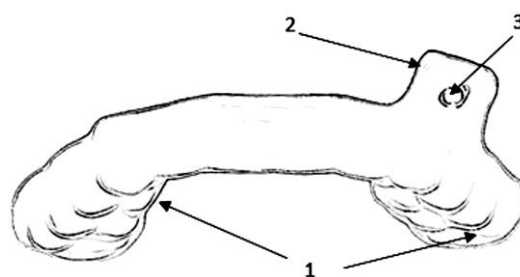
3.5 Разработка основных технических элементов и параметров навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия

На основании ретроспективного морфометрического, анатомо-топографического, краниометрического анализа сагиттальных и коронарных реформатов конусно-лучевых компьютерных томограмм 160 пациентов и 30 сухих человеческих черепов, а также разработанной математической модели, позволившей определить корреляционную взаимосвязь углы индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения инъекционной иглы в зону целевого пункта были разработаны основные технические элементы индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия при выполнении операции цистэктомии:

- внутриротовая назубная каппа, плотно охватывающая зубной ряд верхней челюсти;
- вестибулярная стойка, перпендикулярная поверхности каппы и жестко соединенная с ней, располагающаяся на уровне первого премоляра и клыка;
- навигационное осевое направляющее отверстие в вестибулярной стойке шаблона, которое обеспечивает направление иглы аспирационного карпульного шприца для введения местного анестезирующего препарата в область подглазничного отверстия (рисунки 35–40).

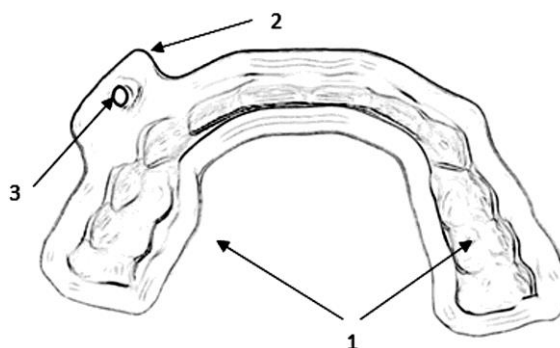
Критические элементы технологии:

- погрешности в выполнении компьютерной томографии (не захвачен нижний край глазницы);
- неправильный выбор рентгенологического метода исследования, например, на спиральной компьютерной томографии в аксиальной проекции не визуализируется нижний край подглазничного отверстия, так как в данном виде исследования используется большой размер шага нарезки слоев;



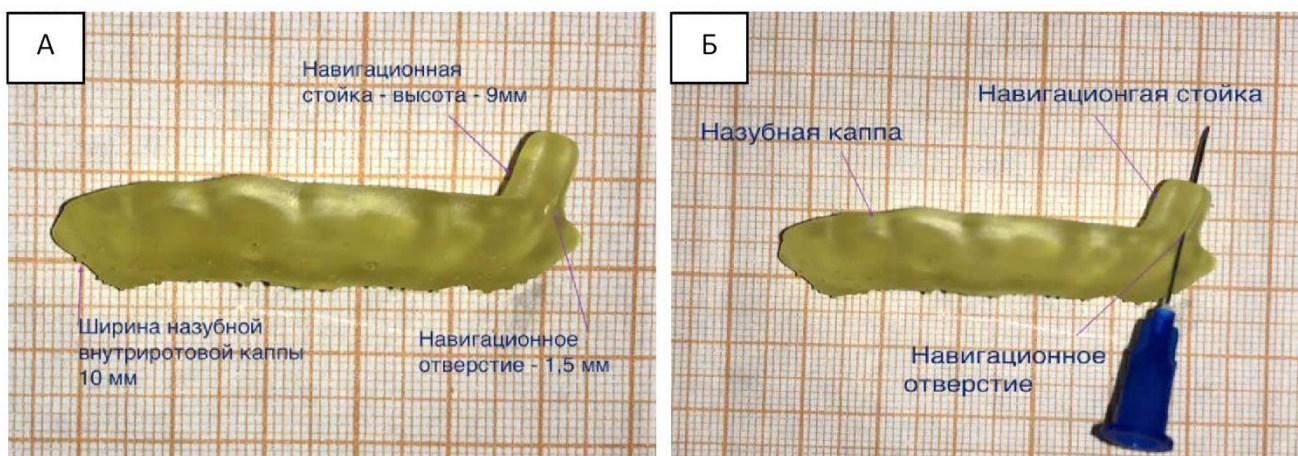
1 – внутриротовая назубная каппа на верхнюю челюсть; 2 – вестибулярная стойка, перпендикулярная окклюзионной поверхности каппы, жестко соединенная с каппой; 3 – навигационное отверстие, диаметр которого соответствует диаметру вводимой иглы с условием ее свободного прохождения

Рисунок 35 – «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид спереди



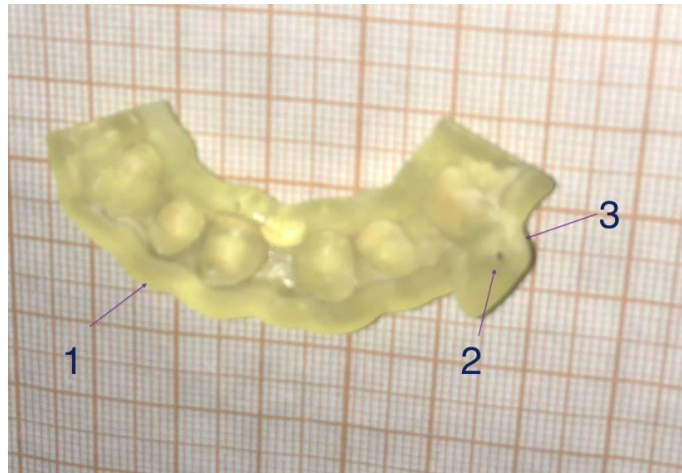
1 – внутриротовая назубная каппа на верхнюю челюсть; 2 – вестибулярная стойка, перпендикулярная окклюзионной поверхности каппы, жестко соединенная с каппой; 3 – навигационное отверстие, диаметр которого соответствует диаметру вводимой иглы с условием ее свободного прохождения

Рисунок 36 – «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид сзади



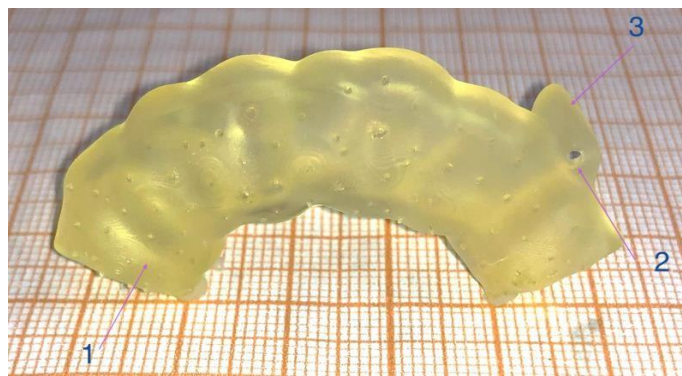
А – образец без иглы; Б – образец с иглой

Рисунок 37 – Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид спереди



1 – внутриротовая назубная каппа на верхнюю челюсть; 2 – навигационное отверстие;
3 – вестибулярная стойка, перпендикулярная окклюзионной поверхности каппы,
жестко соединенная с каппой

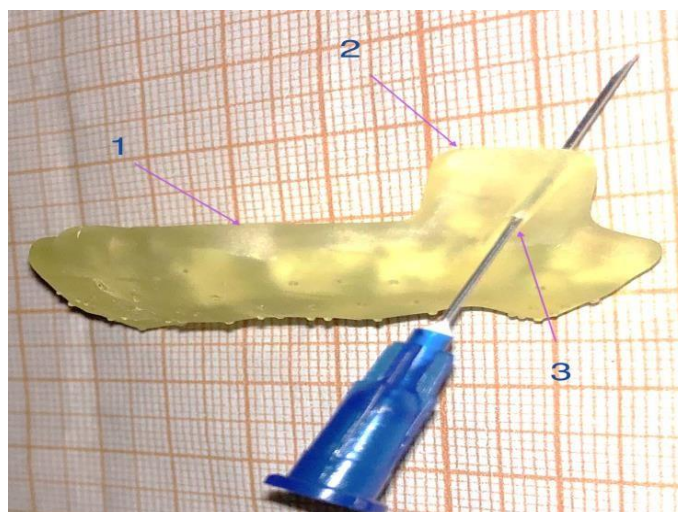
Рисунок 38 – Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид сверху



1 – внутриротовая назубная каппа на верхнюю челюсть; 2 – навигационное отверстие;
3 – вестибулярная стойка, перпендикулярная окклюзионной поверхности каппы, жестко
соединенная с каппой

Рисунок 39 – Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид снизу окклюзионной поверхности каппы, жестко соединенная с каппой

- неправильный или ошибочный выбор параметров печати 3D-принтера;
- неточности и погрешности при выполнении процедуры 3D-сканирования челюстных костей;
- нарушение процесса хранения, засветки, постобработки и артефакты фотополимеризационной стоматологической смолы, используемой для печати индивидуального навигационного шаблона;



1 – внутриротовая назубная каппа на верхнюю челюсть; 2 – навигационное отверстие;
3 – вестибулярная стойка, перпендикулярная окклюзионной поверхности каппы,
жестко соединенная с каппой

Рисунок 40 – Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид справа

- неправильный выбор пути введения и посадки индивидуального навигационного шаблона на зубной ряд в процессе 3D-моделирования;
- введение неправильных параметров диаметра и направления при 3D-моделировании и 3D-печати осевого направляющего отверстия в стойке индивидуального навигационного шаблона, что может привести к травмированию сосудисто-нервного пучка в области подглазничного отверстия;
- размер навигационного окна в навигационной стойке должен четко соответствовать диаметру используемой инъекционной иглы, чтобы без ротации прочно держаться в навигационном окне.

В таблице 31 представлен основные параметры диапазона технических элементов индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области верхней челюсти.

Изделие из застывшей фотополимерной смолу нужно хранить в прохладном, сухом месте вдали от прямых солнечных лучей при температуре не выше 30 градусов Цельсия. Утилизировать данный вид изделия необходимо по принципу утилизации отходов класса Б.

Таблица 31 – Параметры основных элементов индивидуального изделия медицинского назначения «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия»

Технические элементы навигационного шаблона	Диапазон параметров технических элементов навигационного шаблона
Ширина назубной каппы навигационного шаблона	$\geq 10 - \leq 15$ мм
Толщина навигационного шаблона	$\geq 3 - \leq 7$ мм
Диаметр навигационного отверстия в навигационной стойке	$\geq 0,5 - \leq 1,5$ мм
Высота навигационной стойки	$\geq 6 - \leq 12$ мм
Ширина навигационной стойки	$\geq 9 - \leq 10$ мм

На основании ретроспективного морфометрического, анатомо-топографического и краниометрического анализа КЛКТ-данных 160 пациентов и 30 сухих человеческих черепов с использованием разработанной математической модели, установившей корреляцию между углом индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и углом индивидуального введения инъекционной иглы, определены основные технические элементы индивидуального навигационного шаблона для проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия при цистэктомии:

- Внутриротовая назубная каппа, плотно фиксирующаяся на зубном ряду верхней челюсти.
- Вестибулярная стойка, перпендикулярная поверхности каппы, жёстко соединённая с ней и располагающаяся на уровне первого премоляра и клыка.
- Навигационное осевое направляющее отверстие в стойке, обеспечивающее заданную траекторию введения иглы аспирационного карпульного шприца.

Установлены критические элементы технологии, влияющие на точность и безопасность: погрешности КЛКТ при не захвате нижнего края глазницы в костном сагиттальном и коронарном реформате, ошибочный выбор режима томографии, например, спиральная КТ с большим шагом, неточности 3D-сканирования и 3D-печати, нарушение постобработки фотополимерной смолы, ошибки при

моделировании пути посадки шаблона и параметров направляющего отверстия, так как диаметр должен точно соответствовать диаметру иглы для исключения ротации.

Определены диапазоны технических параметров изделия: ширина назубной каппы – 10–15 мм, толщина шаблона – 3–7 мм, диаметр навигационного отверстия – 0,5–1,5 мм, высота вестибулярной стойки – 6–12 мм, ширина стойки – 9–10 мм. Разработаны условия хранения (прохладное сухое место, температура не выше 30 °С) и утилизации изделия из фотополимерной смолы (класс Б). Результаты работы оформлены в виде патента на полезную модель № 232311 от 06.03.2025 г. «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия».

3.6 Разработка технологии изготовления индивидуального навигационного шаблона для проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии

На основании вышеизложенных результатов был разработан цифровой протокол изготовления индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия.

Для диагностического планирования местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия необходимо выполнить конусно-лучевую компьютерную томографию, используя сухой человеческий череп (рисунок 41) для отработки технологии в лабораторных условиях и макет черепа пациента для работы в клинических условиях, определить сагиттальный и коронарный реформат с измерением всех морфометрических и анатомо-топографических параметров подглазничного отверстия и периинфраорбитальной области с последующим преобразованием в DICOM-файл.

Далее загружаем DICOM – файл КЛКТ в программу «3Diagnosys», определяем морфометрические и анатомо-топографические параметры подглазничного

отверстия и рассчитываем угол УИВ с учетом математической модели введения инъекционной иглы карпульного инъектора в область ПО (рисунки 42, 43).

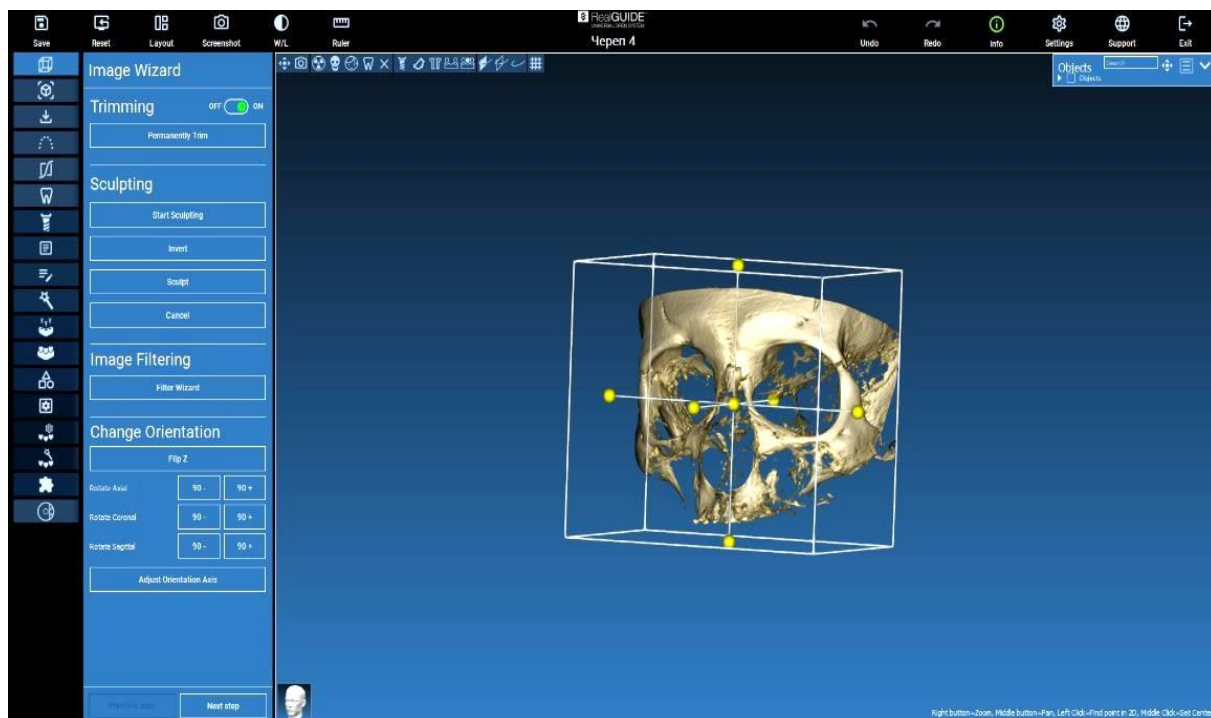


Рисунок 41 – Коронарный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии сухого человеческого черепа

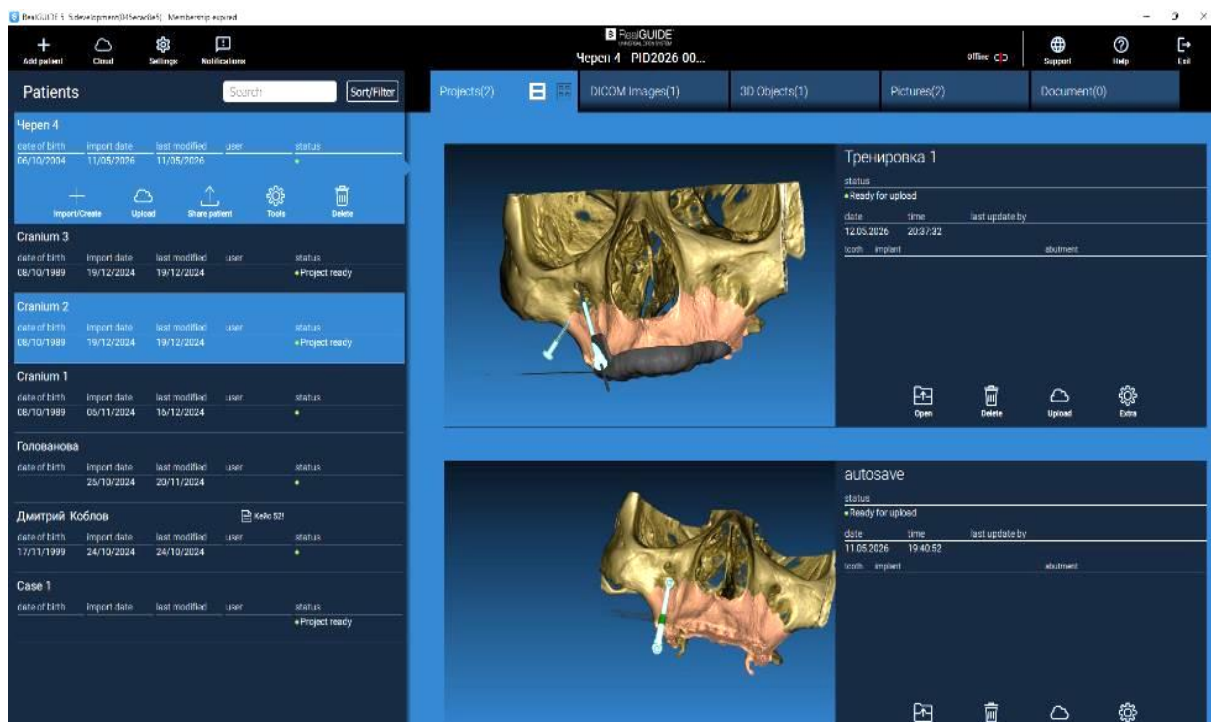


Рисунок 42 – Процесс загрузки DICOM-файла конусно-лучевой компьютерной томографии макета сухого черепа человека в программу планирования

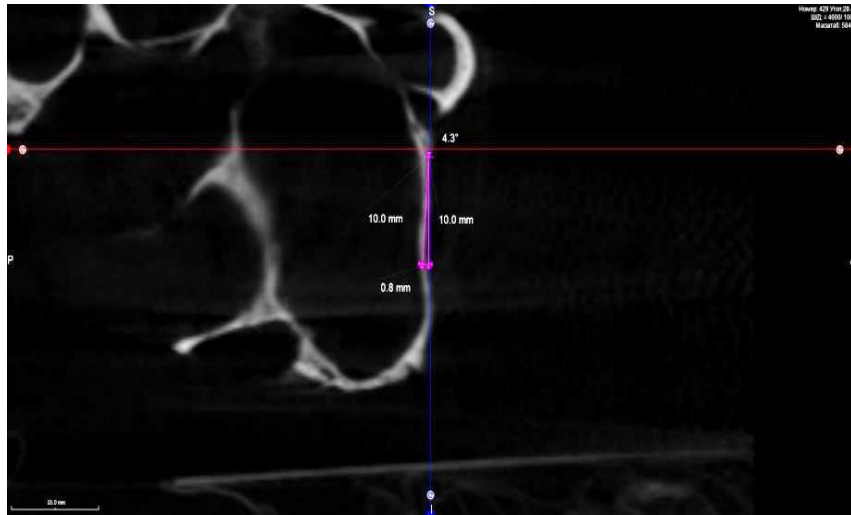


Рисунок 43 – Нахождение проекции подглазничного отверстия и измерение значений угла введения анестетика в область подглазничного отверстия

Проведение сканирования макета сухого человеческого черепа с предварительным нанесением на небный отросток верхней челюсти наносились круглые шарики жидкотекучего фотополимерного композита для получения цифрового 3D-отпечатка зубов с построением поверхностной модели при помощи внутриорального сканера Primescan AC «Dentsplay sirona» (Германия). Результат интраорального сканирования экспортировались как STL-файл (рисунок 44).

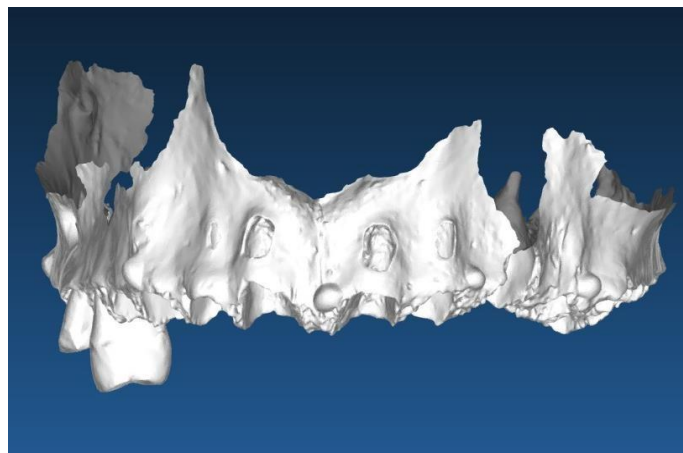


Рисунок 44 – STL-файл цифрового скана альвеолярного отростка верхней челюсти

Следующим этапом цифрового протокола технологии изготовления индивидуального навигационного шаблона для выполнения инфраорбитальной анестезии является перенос коронарного реформата КЛКТ в программу совмещения и цифрового планирования «RealGuide 5» (Италия) (рисунок 45).



Рисунок 45 – Совмещение DICOM-файла конусно-лучевой компьютерной томографии и STL-файла скана кости сухого человеческого черепа для планирования и прецизионности цифрового скана альвеолярного отростка верхней челюсти

Выполнить совмещение верхнечелюстной точности последующего планируемого индивидуального навигационного шаблона на зубном ряду (рисунок 46).

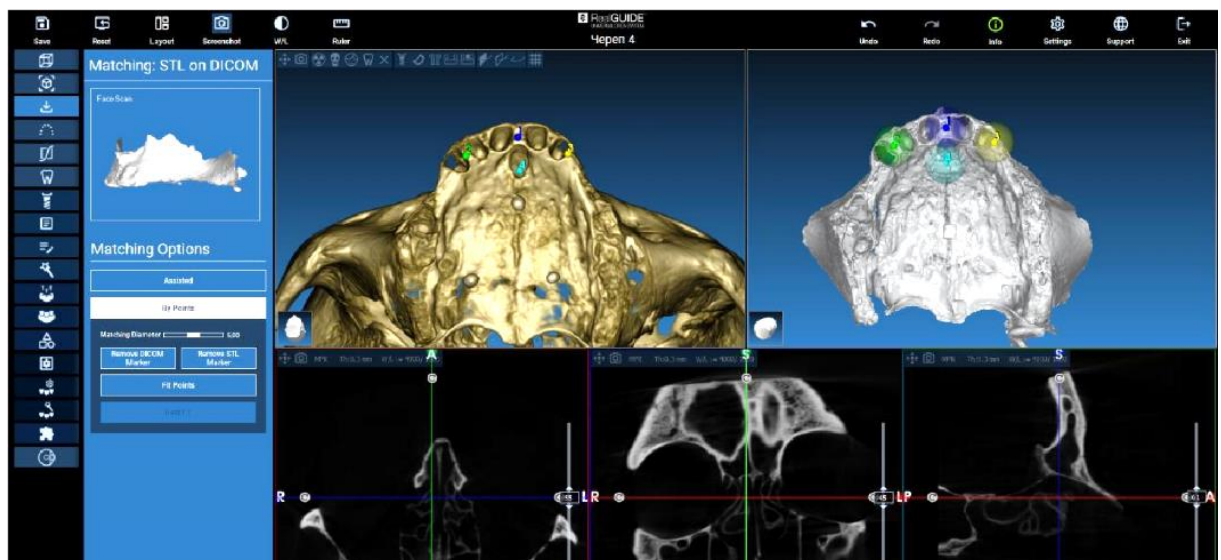


Рисунок 46 – Процесс совмещения DICOM -файла конусно-лучевой компьютерной томографии макета сухого черепа человека с STL-файлом альвеолярного отростка верхней челюсти по композитным точкам для обеспечения прецизионности шаблона на челюсти

Создать 3D-дизайн индивидуального шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия в программном обеспечении «RealGuide5» (Италия) путем совмещения сканов и конусно-лучевой компьютерной томографии, и планирования основных элементов индивидуального шаблона (рисунок 47).



Рисунок 47 – Создание 3D-дизайна индивидуального навигационного шаблона для выполнения анестезии в области подглазничного отверстия при помощи программного обеспечения

Следующим этапом цифрового протокола планирования индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия является обработка 3D-дизайна шаблона в программе для 3D-печати CHITUBOX (Китай).

Для изготовления индивидуального навигационного шаблона применяется фотополимерная смола Dental Yellow Clear Pro (Harz Labs) Россия, так как данный тип фотополимерной смолы соответствует техническим требованиям для изготовления индивидуальных навигационных для введения анестетика в область подглазничного отверстия и должен соответствовать требованиям настоящих технических условий: твердость по Шору $\geq 88 - \leq 85$, прочность на разрыв $\geq 85.0 - \leq 80.0$ МПа, прочность на изгиб $\geq 116.0 - \leq 100.0$ МПа, цитотоксичность и биосовместимость соответствует требованиям ГОСТ-ISO 10993.

Далее по протоколу выполняется 3D-печать навигационного шаблона на 3D-принтере Creality 3D HALOT-MAGE (Китай) с технологией печати LCD, длина УФ волны 405 нм, мощность – 100 Вт, разрешения LCD дисплея – 10,3 монохромный (8K 7680X4320), с использованием фотополимерной смолы, размер области применения 228X128X230) скорость печати – 1–5 секунд/слой, с последующей отмывкой в изопропиловом спирте 10 % и засветкой в фотополимеризационной камере Anycubic Wash&Cure Plus (Китай) с длиной волны 385–405 в течение 15–20 минут (рисунок 48).



Рисунок 48 – Стереолитографический 3D-шаблон с поддержками после 3D-печати на 3D-принтере

Далее проводится упаковка индивидуального навигационного шаблона в крафт-пакеты для стерилизации и автоклавирования шаблона в автоклаве. Далее проводится припасовка шаблона в лабораторных условиях на сухом человеческом черепе и в клинических условиях в полости рта пациента после предварительной стерилизации (рисунки 49–51).

В результате проведённого исследования разработан цифровой протокол изготовления индивидуального навигационного шаблона для проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии. Протокол включает последовательные этапы: выполнение конусно-лучевой



Рисунок 49 – Вид индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия на макете сухого черепа человека (лабораторный этап)



Рисунок 50 – Позиционирование и проверка точности припасовки и фиксации на стереолитографической модели человеческого черепа для совмещения точности индивидуального угла вкола инъекционной иглы в зону целевого пункта



Рисунок 51 – Вид индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия в полости рта пациента (клинический этап)

компьютерной томографии с получением DICOM-файла; внутриротовое сканирование с предварительным нанесением фотополимерных маркеров на нёбный отросток верхней челюсти с получением STL-файла; определение УИК и УИВ в программе 3Diagnosys, совмещение DICOM- и STL-данных в программе «RealGuide5» (Италия); 3D-дизайн индивидуального шаблона; экспорт файла в программу CHITUBOX (Китай); 3D-печать на принтере Crealitiy 3D HALOTMAGE с

использованием фотополимерной смолы Dental Yellow Clear Pro (Harz Labs, Россия), соответствующей требованиям по твёрдости (88–85 по Шору), прочности на разрыв (85,0–80,0 МПа), прочности на изгиб (116,0–100,0 МПа) и биосовместимости (ГОСТ-ISO 10993); постобработку (отмывка в 10 % изопропиловом спирте, фотополимеризация 15–20 мин в камере Anycubic Wash&Cure Plus); стерилизацию в автоклаве; финальную припасовку на черепе (лабораторный этап) и в полости рта пациента (клинический этап). Разработанный протокол обеспечивает прецизионное позиционирование инъекционной иглы в зону подглазничного отверстия, повышая безопасность и эффективность местной анестезии.

3.7 Анализ клинической эффективности применения индивидуального навигационного шаблона для выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении операции резекции верхушки корня зуба

Результаты проведенного рандомизированного клинического исследования, в котором приняли участие 40 пациентов с диагнозом хронический апикальный периодонтит (K04,5), разделенных на контрольную группу ($n = 20$), которым выполнялась операция цистэктомия с предварительным обезболиванием подглазничного нерва классическим мануальным способом, и основную группу в количестве 20 человек, у которой инфраорбитальная анестезия и операция цистэктомия проводилась при помощи индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия. Средний возраст мужчин и женщин в контрольной и основной группе исследования составил $37 \pm 6,72$ лет. Предварительно всем пациентам, входящим в группы исследования, была выполнена конусно-лучевая компьютерная томография для уточнения диагноза и у основной группы исследования для персонифицированного планирования местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и операции цистэктомии.

При проведении цистэктомии с применением индивидуального навигационного шаблона время наступления инфраорбитальной анестезии составило в среднем 39 секунд ($Q_1-Q_3 = 34,8-88,0$), тогда как при классическом способе проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия — 67 секунд ($Q_1-Q_3 = 34,8-87,8$). Таким образом, использование шаблона позволило достичь анестезии достоверно в 1,7 раза быстрее ($p < 0,05$).

Объём введённого препарата при выполнении резекции верхушки корня зуба с использованием индивидуального навигационного шаблона составил 0,6 мл ($Q_1-Q_3 = 0,5-1,4$), что достоверно в 2,3 раза меньше ($p < 0,001$) по сравнению с объёмом анестетика при мануальном способе выполнения инфраорбитальной анестезии (1,4 мл; $Q_1-Q_3 = 0,6-1,5$) (таблица 32).

Таблица 32 – Анализ времени и объема использованного местного анестетика при выполнении местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при операции резекции верхушки корня зуба с использованием индивидуального навигационного шаблона и без его применения

Показатели	Шаблона нет	Шаблон есть	p
Время наступления инфраорбитальной анестезии (сек), Me [IQR]	67,0 [34,8; 87,8]	39,0 [34,8; 88,0]	0,05
Объём введенного препарата (мл), Me [IQR]	1,4 [0,6; 1,5]	0,6 [0,5; 1,4]	0,001

Проведенный корреляционный анализ взаимосвязи объема, введенного местноанестезирующего препарата и возрастных особенностей пациентов обеих групп исследования, показал слабую тесноту обратная связь между данными показателями (таблица 33).

Наблюдаемая зависимость возраста от объема введенного местного анестезирующего препарата описывается уравнением парной линейной регрессии: $Y_{\text{возраст}} = -2,465 \times X_{\text{объем введенного препарата (мл)}} + 39,959$.

При увеличении объема введенного препарата на 1 мл следует ожидать уменьшение возраста на 2,46 полных лет. Полученная модель объясняет 2,6 % наблюдаемой дисперсионной зависимости объём вводимого препарата от возраста.

Таблица 33 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи объема введенного препарата и возраста

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	P
Объем введенного препарата (мл), (возраст)	-0,295	Слабая	0,065

Анализ объема введенного препарата в зависимости от пола и не зависимо от способа выполнения инфраорбитальной анестезии при операции цистэктомии показал, что для местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия у лиц мужского пола используется достоверно в 2,4 раза больше ($p < 0,05$) объема местного анестезирующего препарата, чем у женщин при выполнении идентичных стоматологических манипуляций исходя из метода статистического анализа U-критерия Манна-Уитни (таблица 34).

Таблица 34 – Анализ объема введенного препарата в зависимости от пола при выполнении цистэктомии с проведением инфраорбитальной анестезии с использованием шаблона и без него

Показатель	Категории	Объем введенного препарата (мл)			P
		Me	Q_1-Q_3	n	
Пол	Мужской	1,4	0,6–1,4	20	$p < 0,05$
	Женский	0,6	0,6–1,4	2	

Корреляционный анализ взаимосвязи времени наступления инфраорбитальной анестезии и объема введенного препарата при ее выполнении в контрольной и основной группе была установлена высокая теснота прямой связи между временными и половыми характеристиками (таблица 35).

Наблюдаемая зависимость объема введенного местного анестетика при местном проводниковом обезболивании в области подглазничного отверстия от времени наступления инфраорбитальной анестезии описывается уравнением парной линейной регрессии (9):

$$Y = 0,015 \times X + 0,067, \quad (9)$$

где Y – объем введенного препарата (мл);

X – время наступления инфраорбитальной анестезии (сек).

Таблица 35 – Результаты корреляционного анализа взаимосвязи времени наступления инфраорбитальной анестезии и объема введенного местного анестетика при инфраорбитальной анестезии независимо от применения индивидуального навигационного шаблона

Показатель	Характеристика корреляционной связи		
	ρ	Теснота связи по шкале Чеддока	p
Время наступления инфраорбитальной анестезии (сек) Объем введенного препарата инфраорбитальной анестезии (мл)	0,802	Высокая	$< 0,001^*$
Примечания – * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).			

При увеличении времени наступления инфраорбитальной анестезии на 1 секунду следует ожидать увеличение объема введенного препарата в приинфраорбитальную область на 0,015 мл. Полученная модель объясняет 91,2 % наблюдаемую дисперсионную зависимость времени наступления местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия от объема введенного препарата в периинфраорбитальную область.

При анализе осложнений, возникающих в момент проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия в контрольной группе в 25 % случаев, фиксировались факты возникновения таких осложнений, как гематома и ишемия тканей в области инъекции при мануальном способе выполнения данного вида обезболивания, в 10 % случаев определялась болезненность при дотрагивании в области инъекции местного анестезирующего препарата и в 10 % – диплопия. При использовании индивидуального навигационного шаблона для местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии только в 5 % случаев (1 пациент) была обнаружена гематома в области инъекции, так как индивидуальный навигационный шаблон спроектирован с учетом индивидуального планирования и совмещению персонифицированных данных КЛКТ анатомо-топографических, морфометрических особенностей инфраорбитального отверстия и периинфраорбитальной области без учета вариабельности анатомии мелкого сосудистого русла, ответвляющегося от

ствола подглазничной артерии и невозможностью их визуализации при помощи конусно-лучевой компьютерной томографии. Данный анализ осложнений подтверждает высокую эффективность использования индивидуального навигационного шаблона для персонифицированного диагностического планирования местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и цистэктомии у пациентов с хроническим апикальным периодонтитом (K04.5), что обеспечивает статистически в 2,3 раза меньше ($p < 0,05$) объем вводимого анестетика, в 1,7 раза ($p < 0,05$) быстрее наступает обезболивающий эффект, что обеспечивает безопасность, эффективность и точность выполнения плановых медицинских манипуляций (таблица 36).

Таблица 36 – Анализ осложнений, возникающих при выполнении местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с применением индивидуального навигационного шаблона и без его использования у больных с хроническим апикальным периодонтитом, которым потребовалось выполнение зубосохраняющей операции резекция верхушки корня зуба

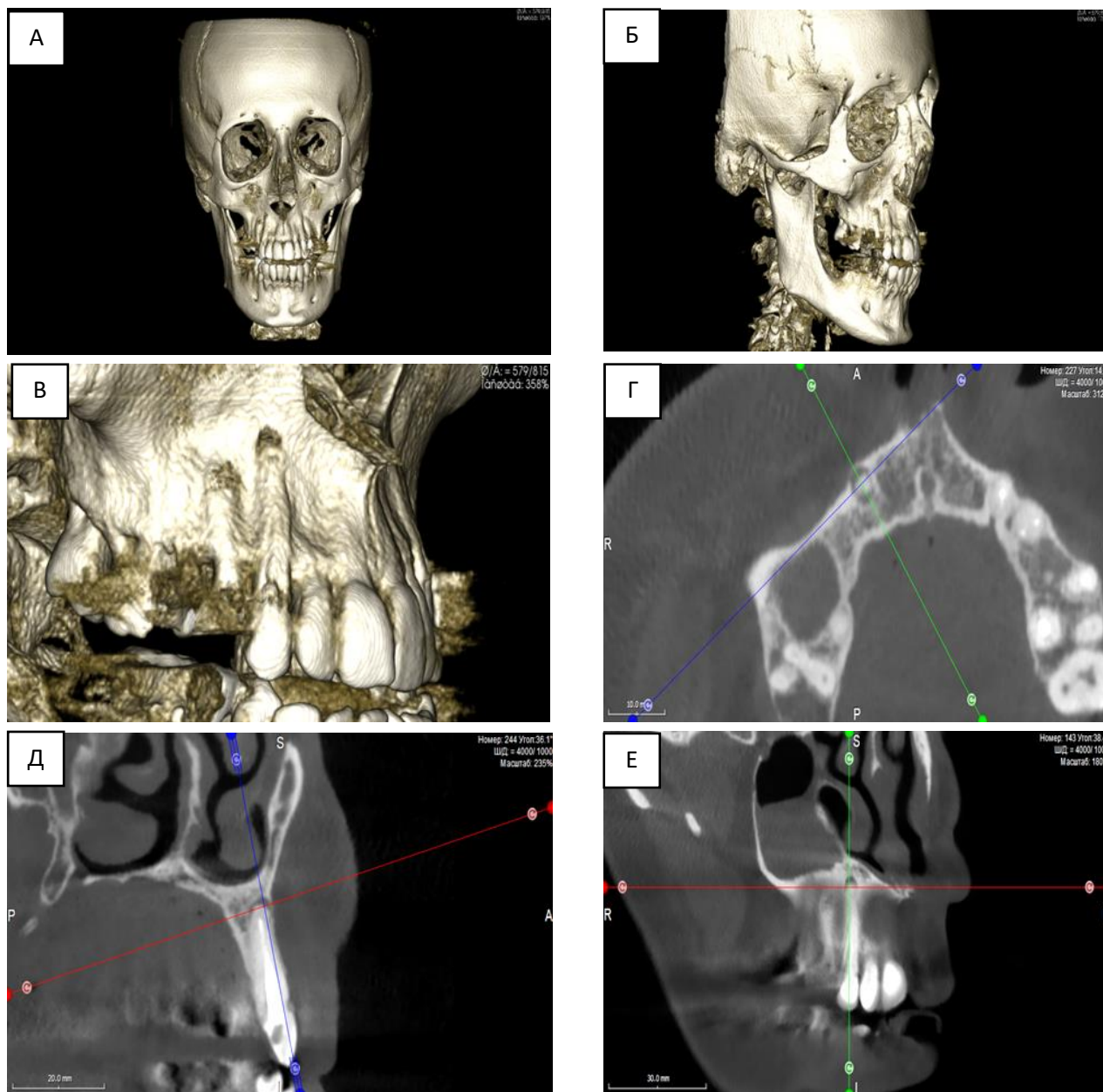
Показатели	Категории	Шаблона нет	Шаблон есть	p
Осложнения, абс. (%)	Осложнений нет	15 (75,0 %)	19 (95,0 %)	0,456
	Гематома, ишемия	1 (5,0 %)	1 (5,0 %)	
	Болезненность при дотрагивании	2 (10,0 %)	0 (0,0 %)	
	Диплопия	2 (10,0 %)	0 (0,0 %)	

Протокол операции резекции верхушки корня зуба 13 с использование индивидуального шаблона для проводниковой местной анестезии на верхней челюсти и разреза

Пациентка А., 48 лет обратилась в клинику стоматологии с жалобой на наличие свищевого хода в области зуба 13, болевые ощущения при накусывании. Со слов пациентки: зуб ранее был лечен в другой клинике несколько лет назад по причине самопроизвольных болей. При осмотре: конфигурация лица физиологическая, кожные покровы чистые, региональные лимфатические узлы не пальпируются, открывание рта в полном объеме, слизистая оболочка полости рта бледно розового цвета, умеренно увлажнена, определяется свищевой ход на

слизистой оболочке альвеолярного отростка верхней челюсти справа в области верхушки корня зуба 13, перкуссия вертикальная положительная.

Пациентка была направлена на КЛКТ для планирования дальнейшей тактики лечения (рисунок 52).



А – трёхмерная объёмная реконструкция данных конусно-лучевой компьютерной томографии челюстно-лицевой области, фронтальный вид; Б – конусно-лучевой компьютерной томографии челюстно-лицевой области, переднебоковой вид; В – увеличенный фрагмент трёхмерной объёмной реконструкции данных конусно-лучевой компьютерной томографии челюстно-лицевой области верхней челюсти и дефекта в области верхушки зуба 13, переднебоковой вид; Г – аксиальный срез конусно-лучевой компьютерной томографии верхней челюсти на уровне альвеолярного отростка верхней челюсти; Д – сагиттальный срез конусно-лучевой компьютерной томографии на уровне переднего отдела верхней челюсти; Е – коронарный срез конусно-лучевой компьютерной томографии на уровне верхнечелюстной пазухи.

Рисунок 52 – Конусно-лучевая компьютерная томография пациентки А., 48 лет

Пациенту было выполнено КЛКТ размером 20×20 см с захватом лицевого и мозгового отдела черепа. КЛКТ выполнена в формате DICOM на компьютерном томографе Ray RAYSCAN RCT700, Ray Co., Ltd. (Ю. Корея).

После анализа КЛКТ на верхней челюсти в проекции верхушки зуба 13 определяется очаг апикальной деструкции с четкими границами (2,3×4.1 мм) с нарушением целостности вестибулярной костной пластинки альвеолярного отростка.

На основании жалоб, анамнеза, осмотра, данных КЛКТ установлен диагноз К04.5 Хронический апикальный периодонтит зуба 13.

После проведенного анализа основных и дополнительных методов обследования было принято решение о проведении хирургического лечения – операции резекции верхушки корня зуба 13 с использованием индивидуального навигационного шаблона для обезболивания в области подглазничного отверстия и проведения разреза на слизистой оболочки в области корня зуба 13.

Для изготовления индивидуального навигационного шаблона пациенту был снят оттиск с зубов верхней челюсти с максимальным захватом переходной складки С-силиконом «Спидекс» (рисунок 53). После того, как оттиск был получен, его передали в зуботехническую лабораторию, где по нему отлили диагностическую гипсовую модель с использованием вакуумного гипсосмесителя и вибростолика.

Полученную гипсовую модель отсканировали с помощью настольного лабораторного стоматологического 3D-сканер Shining 3D AutoScan (рисунок 54). После чего полученную 3D-модель сохранили в формате STL для дальнейшего моделирования навигационного шаблона.

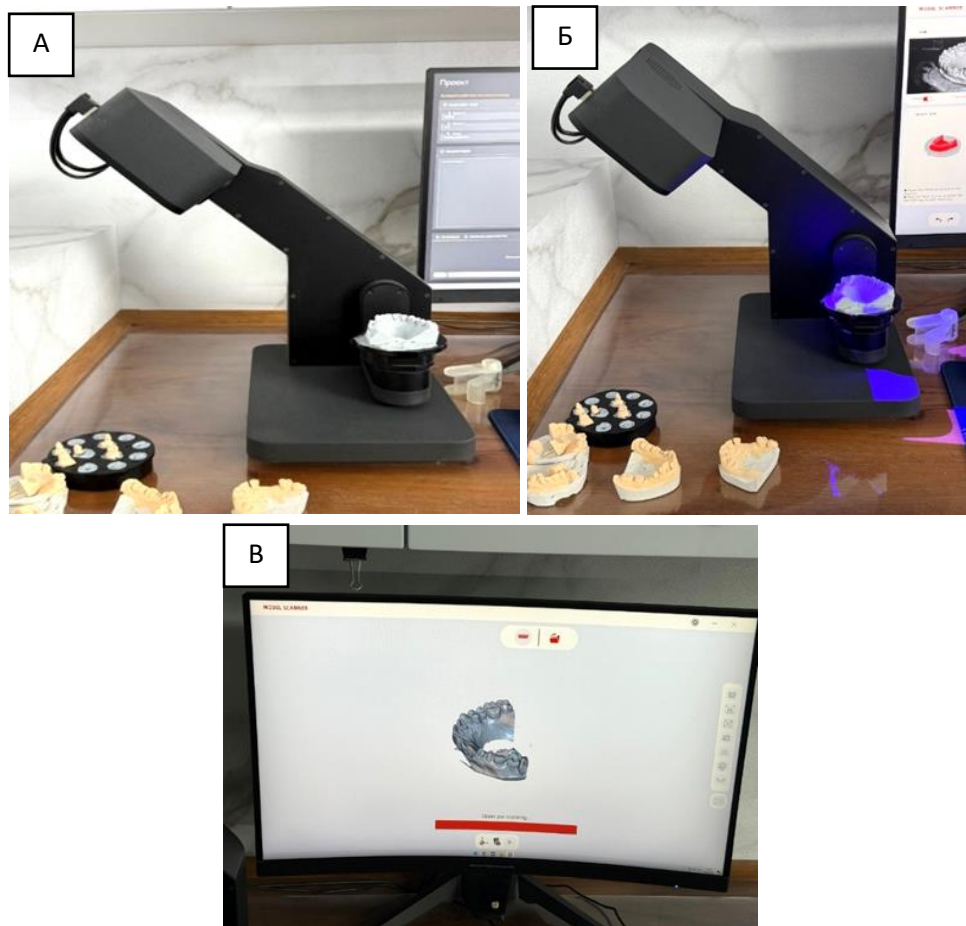
Затем приступили к моделированию индивидуального навигационного шаблона. Для этого в программе 3Diagnosys открыли КЛКТ пациента в формате DICOM. После чего произвели расчеты для измерения УИК и УИВ пациента (рисунок 55). Полученные данные сохранили для дальнейшего моделирования.

Следующий этап включал в себя непосредственное моделирование шаблона. Весь процесс проектирования и изготовления цифровой модели навигационного шаблона осуществлялся в программе RealGUIDE 5. Для этого использовали КЛКТ (DICOM-формат) и цифровую модель гипсовой модели верхней челюсти (STL-формат) (рисунок 56).



А – анатомический оттиск верхней челюсти для изготовления индивидуального шаблона для инфраорбитальной анестезии; Б – вибростол зуботехнический для изготовления гипсовых моделей; В – гипсосмеситель зуботехнический для изготовления гипсовых моделей; Г, Д, Е – этапы изготовления гипсовой модели верхней челюсти; Ж – готовая гипсовая модель верхней челюсти.

Рисунок 53 – Изготовление гипсовой модели верхней челюсти пациентки А., 48 лет

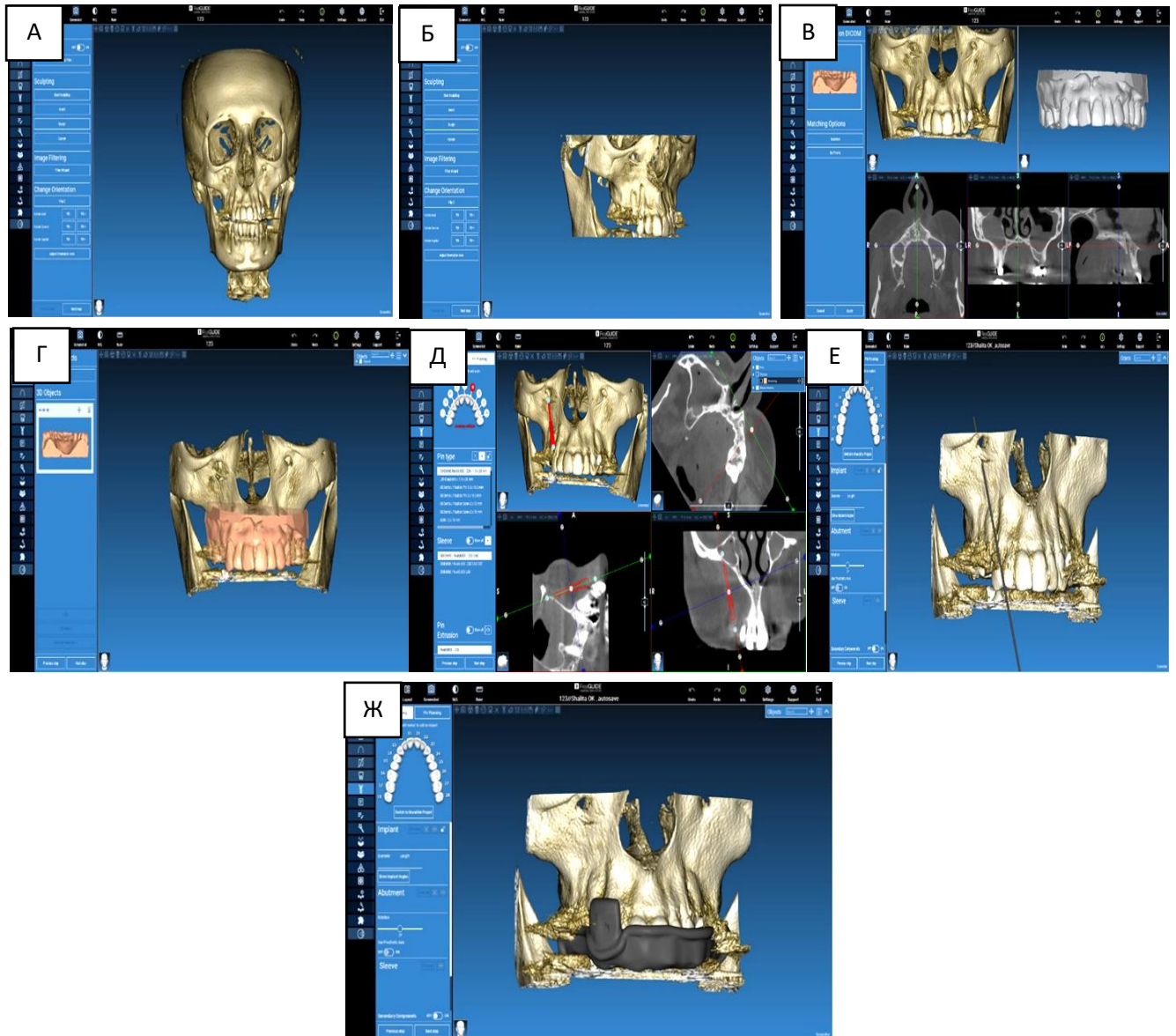


А, Б – процесс сканирования гипсовой модели верхней челюсти пациента для получения 3D-модели; В – готовая 3D-модель верхней челюсти пациента в формате STL.

Рисунок 54 – 3D-модель верхней челюсти пациентки А., 48 лет в формате STL



Рисунок 55 – Замер угла индивидуальной конвергенции и угла индивидуального введения иглы пациента



А – первичное окно планирование индивидуального навигационного шаблона в программе RealGUIDE 5; Б – сегментирование рабочей зоны на верхней челюсти пациента для изготовления навигационного шаблона; В – процесс совмещения в программе RealGUIDE 5 конусно-лучевой компьютерной томографии пациента в формате DICOM и цифровой 3D-модели верхней челюсти пациента в формате STL-файла; Г – результат совмещения конусно-лучевой компьютерной томографии пациента в формате DICOM и цифровой 3D-модели верхней челюсти пациента в формате STL-файла; Д – процесс планирования угла индивидуального введения иглы с учетом рассчитанного угла индивидуальной конвергенции пациента; Е – полученную ось и угол введения иглы фиксируют в виде геометрической модели; Ж – готовая цифровая модель индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия.

Рисунок 56 – Моделирование индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия

Готовый навигационный шаблон содержит опорную назубную каппу с жестким охватом коронковых частей зубов, вестибулярную стойку с навигационным отверстием диаметром 0,4 мм для точного без риска введения анестетика в область подглазничного отверстия по рассчитанному ранее УИВ, а также высота верхний край вестибулярной стойки является границей для разреза слизистой оболочки альвеолярного отростка челюсти для проведения операции резекции верхушки корня.

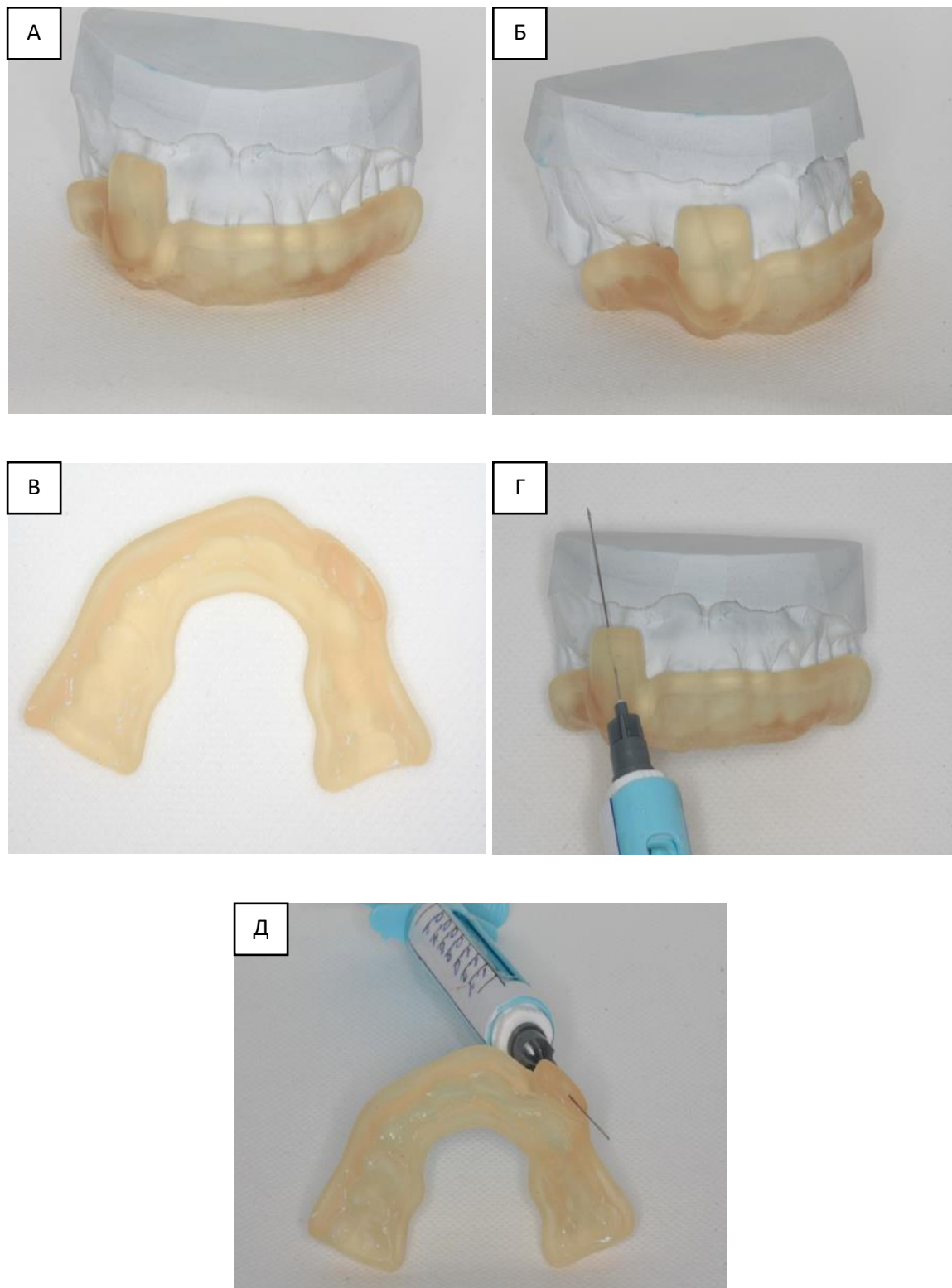
Готовый навигационный шаблон сохраняется в формате STL, после осуществляют его печать с использованием 3D принтера Creality HALOT-MAGE 8K (Creality, Китай). После печати шаблон промывали в изопропиловом спирте для удаления остатков неполимеризованного фотополимера, высушивали, освобождали от поддерживающих структур и подвергали окончательной УФ-полимеризации в камере Creality Wash & Cure (Creality, Китай). Затем выполняли примерку шаблона на гипсовой модели верхней челюсти с контролем точности и стабильности его посадки, затем примеряют его на гипсовой модели для контроля точности печати.

После оценки качества печати и контроля посадки шаблона на гипсовой модели производят его стерилизацию паровым методом в автоклаве по режиму, предусмотренному инструкцией производителя используемой биосовместимой фотополимерной смолы, и передают в клинику для проведения анестезии и операции.

Пациенткой А, 48 лет, подписаны: ИДС на лечение, согласие на участие в исследовании и отдельное согласие на научное использование изображений и клинических данных.

Лечение: после предварительного полоскания полости рта 0,12 % раствором хлоргексидина биглюконата операционное поле на слизистой оболочке обрабатывали 0,05 % водным раствором хлоргексидина.

Установили стерильный навигационный шаблон на верхнюю челюсть, провели оценку качество посадки (рисунок 58).



А, Б – готовый навигационный шаблон на гипсовой модели верхней челюсти пациента;
 В – готовый навигационный шаблон, окклюзионная поверхность; Г, Д – готовый навигационный шаблон с демонстрацией направления хода иглы по осевому направляющему отверстию.

Рисунок 57 – Навигационный индивидуальный шаблон
 пациентки А., 48 лет



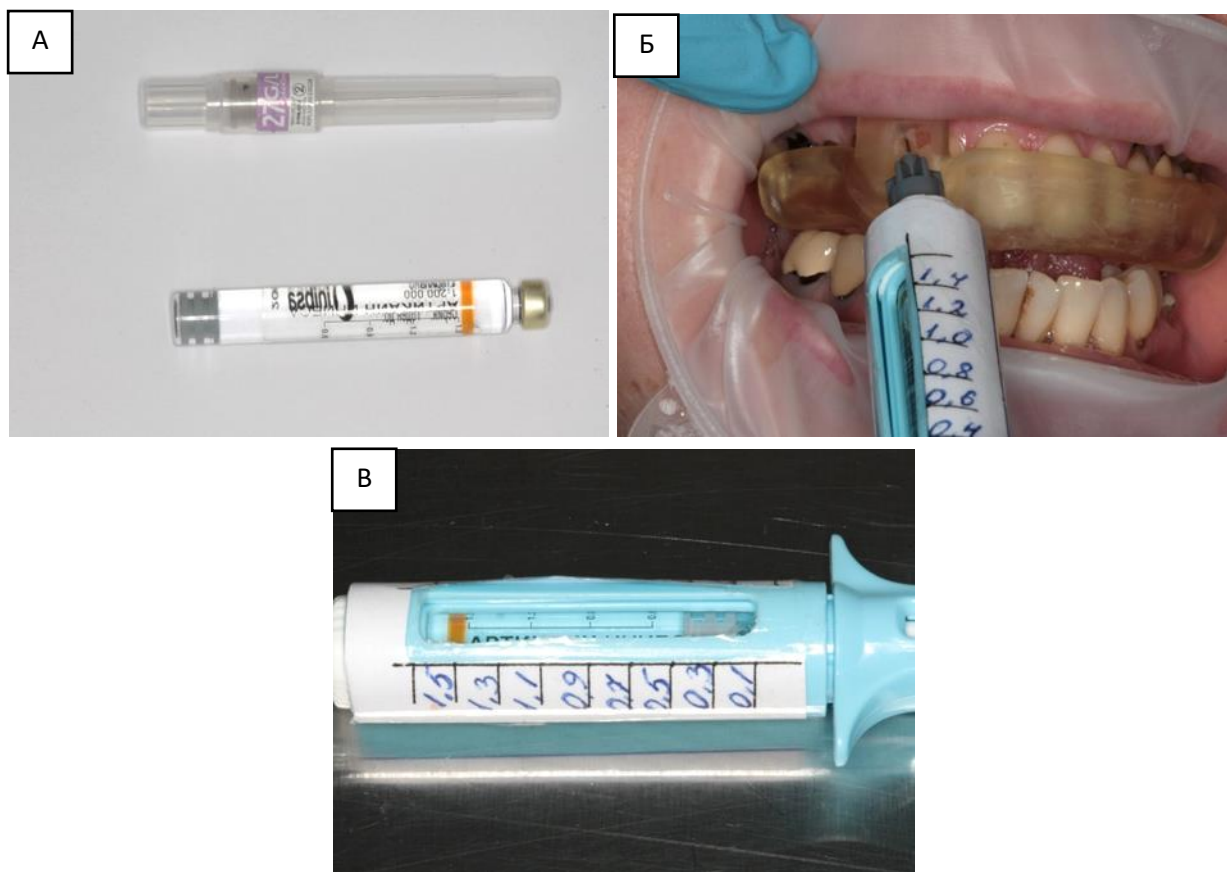
А – фотография полости рта до начала проведения оперативного вмешательства;
Б – фотография навигационного шаблона в полости рта пациента.

Рисунок 58 – Навигационный шаблон в полости рта

Выполнили инфраорбитальную анестезию раствором артикаина 4 % в разведении 1:200000, с иглой средней длины (0,4×30 мм) маркированным шприцом с контролем введения объема местного анестетика.

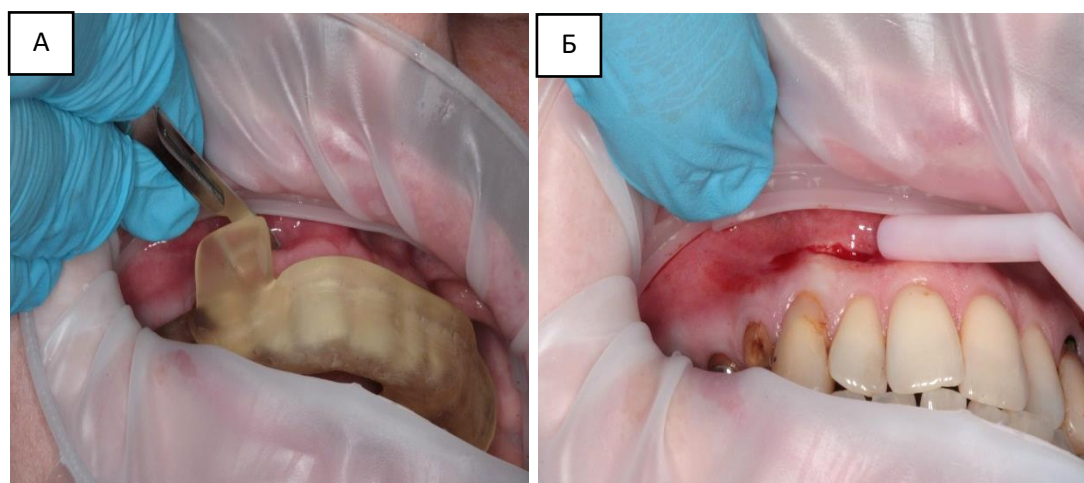
Методика выполнения анестезии: введение раствора местного анестетика в область подглазничного отверстия: иглу продвигают по навигационному отверстию в стойке навигационного шаблона до упора в кость на передней стенке тела верхней челюсти. После упора осуществляют введение 0,3 мл раствора местного анестетика, выводят шприц из навигационного отверстия и время наступления обезболивания 2–3 минуты (рисунок 59). Контроль качества наступления анестезии осуществлялся по субъективным восприятиям пациентки: онемение верхней губы со стороны проведенной анестезии, крыла носа и нижнего века, десны в проекции передних зубов; объективного теста – покалывание десны острым зондом в зоне иннервации от центрального резца до премоляров.

После наступления местного обезболивания провели операцию резекцию верхушки корня зуба 13 и ретроградное пломбирование канала зуба (рисунок 60). Выполнили разрез слизистой оболочки альвеолярного отростка верхней челюсти до кости в области корня зуба 13. При этом, особенностью навигационного шаблона является то, верхний край вестибулярной стойки является границей для проведения разреза и производят разрез на всю ширину стойки (длина разреза составила 15 мм) на слизистой оболочке. Использовали скальпель номер 15.



А – используемые для проведения местного обезболивания карпулы местного анестетика с иглой; Б – введение иглы по осевому направляющему отверстию навигационного шаблона; В – шприц с размеченной шкалой для контроля количества введенного местного анестетика (ввели в данном случае 0,3 мл).

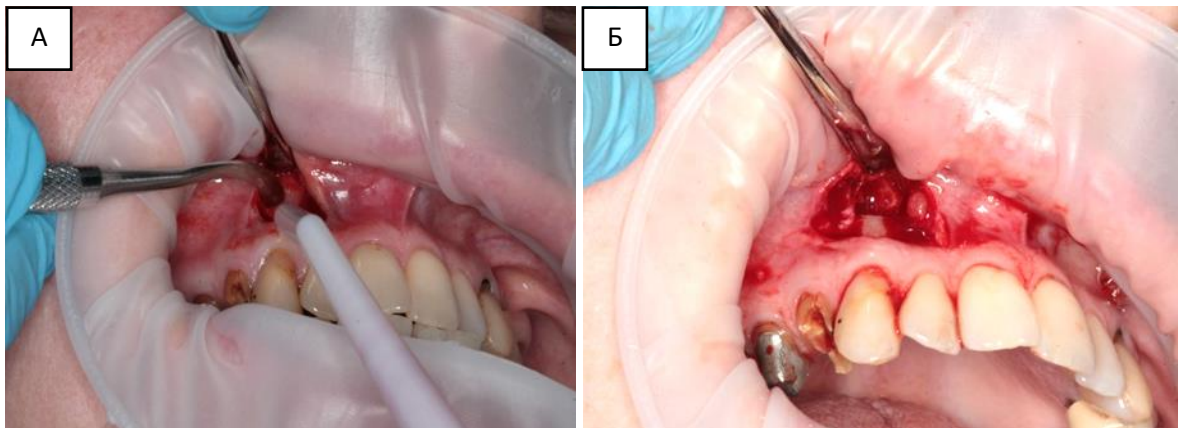
Рисунок 59 – Карпульный шприц для проведения местного обезболивания



А – выполнение разреза слизистой оболочки по верхнему краю стойки навигационного шаблона; Б – вид разреза слизистой оболочки после снятия навигационного шаблона.

Рисунок 60 – Выполнение разреза в полости рта с применением навигационного шаблона

Провели отслаивание слизисто-надкостничного лоскута с вестибулярной поверхности альвеолярного отростка верхней челюсти для обеспечения доступа к верхушке корня зуба 13 (рисунок 61). После доступа к проекции верхушки корня зуба 13 производят вестибулярный доступ с использованием наконечника и хирургического бора, сформировали небольшое «окно» в костной ткани, сделали резекцию верхушки корня зуба 13, удалили очаг воспаления (грануляционную ткань) и оценили качество заполнения пломбировочным материалом канала корня зуба 13.



А – отслаивание слизисто-надкостничного лоскута;

Б – готовый доступ к верхушке корня зуба 13.

Рисунок 61 – Создание доступа через слизистую оболочку полости рта

Для проведение ретроградного пломбирования канала корня резецированного зуба 13 был использован материал Триоксидент, фирмы Владмива. Замешивание производили на дистиллированной воде (рисунок 62).

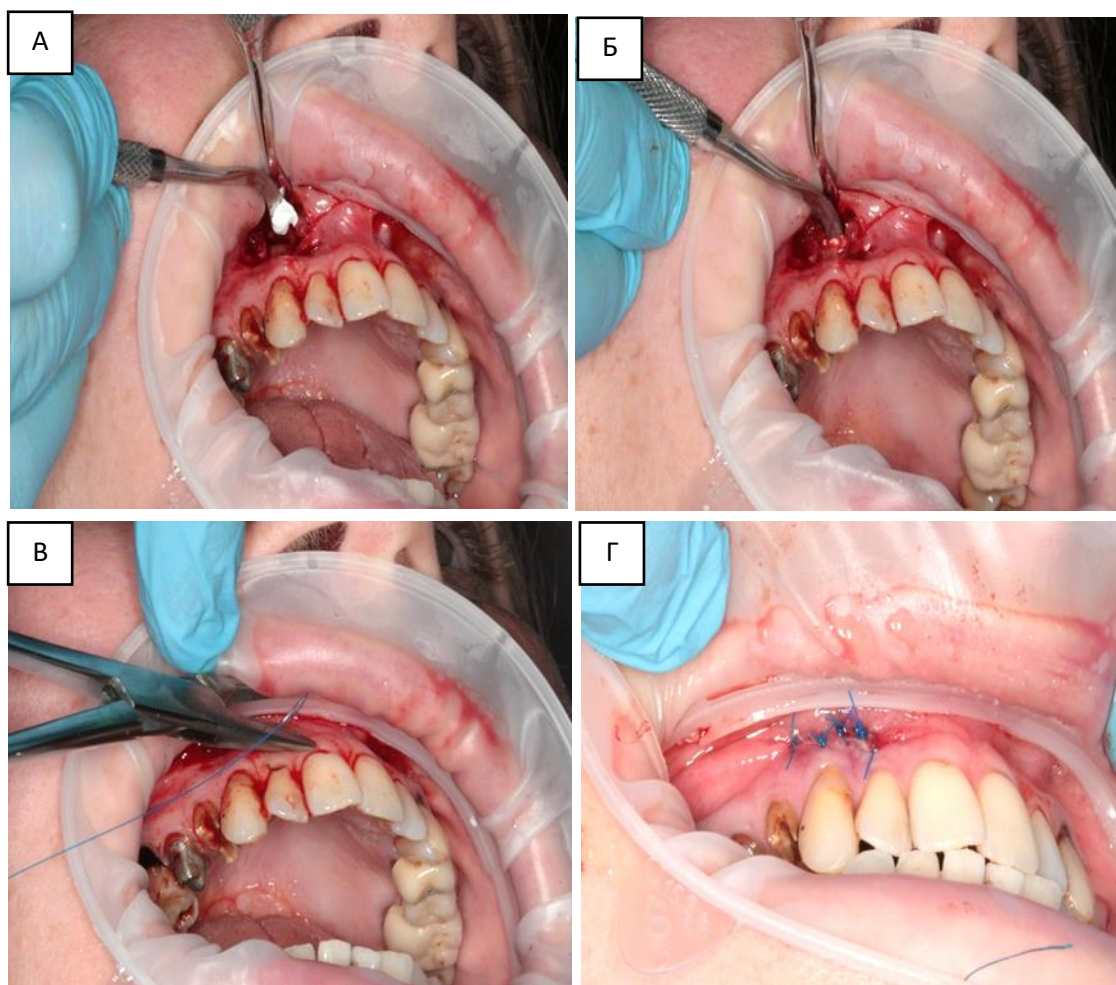


А – замешивание материала «Триоксидент»;

Б – материал для ретроградного пломбирования зуба 13.

Рисунок 62 – Материал для пломбирования верхушки корня зуба

После пломбирования канала корня резецированного зуба 13 произвели ушивание слизисто-надкостничного лоскута 4-мя узловыми швами шовного материала из полипропилена размером 5-0 (рисунок 63).



А, Б – внесение материала «Триоксидент» для ретроградного пломбирования зуба 13;

В – ушивание слизисто-надкостничного лоскута в области верхушки зуба 13;

Г – вид ушитой раны в полости рта.

Рисунок 63 – Пломбирование канала корня резецированного зуба 13
и ушивание слизисто-надкостничного лоскута

Назначенное медикаментозное сопровождение в послеоперационном периоде: ибупрофен по 400 мг внутрь до 3 раз в сутки после еды, дополнительно назначен амоксициллин/клавулановая кислота по 875/125 мг внутрь 2 раза в сутки в течение 5 дней.

Антисептические обработки послеоперационной раны проводили на 1-е, 3-и и 7-е сутки. Послеоперационный период протекал без осложнений. На 10-е сутки отмечено заживление раны первичным натяжением, швы сняты.

Клинический случай цистэктомии с использованием индивидуального навигационного шаблона подтвердил точное совпадение угла введения иглы (УИВ, от $5,7^\circ$ до $37,2^\circ$) с углом индивидуальной конвергенции. В 97 % случаев направление вершук корней зубов по данным КЛКТ совпадало с УИК. Это позволило спроектировать в навигационной стойке шаблона единое окно для последовательного выполнения двух хирургических манипуляций одним шаблоном, обеспечив высокую безопасность, точность и эффективность.

В рандомизированном клиническом исследовании с участием 40 пациентов с хроническим апикальным периодонтитом (K04.5) проведена сравнительная оценка эффективности инфраорбитальной анестезии при цистэктомии, выполняемой с использованием индивидуального навигационного шаблона (основная группа, $n = 20$) и классическим мануальным способом (контрольная группа, $n = 20$) установлено, что применение навигационного шаблона позволяет достоверно ускорить наступление анестезии в 1,7 раза (медиана 39 сек против 67 сек; $p < 0,05$) и снизить объем вводимого анестетика в 2,3 раза (медиана 0,6 мл против 1,4 мл; $p < 0,001$). Корреляционный анализ выявил высокую прямую связь между временем наступления анестезии и объемом препарата ($r = 0,802$; $p < 0,001$), описываемую уравнением регрессии: $Y_{\text{объем}} = 0,015 \times X_{\text{время}} + 0,067$ (модель объясняет 91,2 % дисперсии). Объем введенного анестетика у мужчин был достоверно в 2,4 раза больше, чем у женщин ($p < 0,05$). Связь объема препарата с возрастом – слабая обратная ($r = -0,295$; $p = 0,065$).

Частота осложнений при использовании шаблона снизилась с 25 % (гематома, ишемия) до 5 %, при этом полностью отсутствовали болезненность при дотрагивании и диплопия, имевшие место в контрольной группе по 10 % соответственно. Индивидуальный навигационный шаблон, спроектированный на основе КЛКТ-данных, обеспечивает совпадение угла введения иглы с направлением вершук корней зубов в 97 % случаев, позволяя выполнять через одно навигационное окно как анестезию, так и операцию.

Применение индивидуального навигационного шаблона для проводниковой инфраорбитальной анестезии при резекции верхушки корня зуба статистически

значимо уменьшает объем вводимого анестетика в 2,3 раза, сокращает время наступления анестезии в 1,7 раза, снижает частоту осложнений в 2 раза ($p < 0,05$) повышает безопасность и точность хирургических манипуляций.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведенное ретроспективное исследование сагиттальных реформатов конусно-лучевой компьютерной томографии показало, что форма подглазничного отверстия характеризуется высокой вариабельностью, что согласуется с данными других авторов, но при этом выявляет ряд отличий, связанных с методикой исследования и, возможно, популяционными особенностями. Результаты полученных данных линейных размеров подглазничного отверстия характеризуются значительной межиндивидуальной и межпопуляционной вариабельностью, что полностью согласуется с данными других авторов. В то же время выявлены особенности, связанные с методикой измерения, зависимостью диаметров от формы ПО и, возможно, с популяционной принадлежностью. Выполненное морфометрическое исследование подтверждает, что наличие добавочных подглазничных отверстий (ДПО) является не редкой анатомической вариацией, а закономерным проявлением персонифицированной изменчивости верхнечелюстной области. Исследование анатомо-топографических параметров периинфраорбитальной области выявило, что положение подглазничного отверстия на передней поверхности верхней челюсти характеризуется значительной межиндивидуальной вариабельностью, однако в изученной выборке 160 коронарных реформатов КЛКТ и 30 сухих человеческих черепов отсутствуют статистически значимые латеральные (с правой и с левой стороны) и половые различия. Сравнение с литературными данными показывает, как сходство с некоторыми популяциями, так и отчетливые расхождения, связанные, вероятно, с этно-антропологическими особенностями, методикой измерений и типом анатомического материала.

4.1 Сравнительный анализ собственных морфометрических, анатомо-топографических показателей по данным конусно-лучевой компьютерной томографии и краниометрических исследований сухих человеческих черепов с результатами литературных источников

По результатам ретроспективного исследования сагиттальных реформатов конусно-лучевой компьютерной томографии 160 пациентов мужского и женского пола было установлено, что наиболее часто встречаемой формой ПО является овальная (60,6 %), затем круглая (24,4 %), треугольная (11,7 %) и самой редко встречающейся формой была полулунная (3,3 %) форма ПО. Это частично расходится с данными рентгенологического исследования Gawlikowska-Sroka et al. (2023) [124], 87 КЛКТ, где круглая форма преобладала справа (52 %) и слева (46 %), а овальная встречалась реже (42 % и 44 % соответственно). Такое расхождение может объясняться разной разрешающей способностью методов: КЛКТ с сагиттальными реформатами позволяет точнее визуализировать контуры отверстия, что, вероятно, увеличивает выявляемость овальной формы за счет более четкой дифференцировки ее от округлой. При этом наши результаты не соответствуют данным Gawlikowska-Sroka et al. (2023), где круглое ПО доминирует с еще большим отрывом (72 % против 28 % овальных). Вероятно, здесь сказывается как методика рентгенологического исследования – классическая рентгенография, так и возможные межпопуляционные различия.

В литературе указывается на наличие треугольной формы ПО в 16–18 % случаев [120]. В нашей работе этот показатель несколько ниже (11,7 % в общей выборке), что, тем не менее, подтверждает значимость данной формы и невозможность ее игнорирования при клинической оценке. Разница может быть связана с критериями отнесения формы к треугольной на КЛКТ реформатах по сравнению с рентгенограммами.

Важным отличием нашего исследования является выявление полулунной формы исключительно у женщин (6,25 %), при этом в литературной выборке она

упоминается (4–12 % по рентгенографии), но без гендерной привязки. Наши данные впервые показывают, что данная форма может быть полоспецифичным признаком, что требует дальнейшего изучения на больших выборках.

В отличие от литературных источников, где половые различия практически не анализируются, нами установлено, что: овальная форма встречается с одинаковой частотой у мужчин (60 %) и женщин (61,25 %), но у обоих полов чаще слева (+3,6 %), что говорит о латеральной асимметрии, не описанной ранее. Круглая форма ПО достоверно преобладает у мужчин – 30 % против 18,75 % у женщин, причем у мужчин – с резким левосторонним доминированием в 6 раз чаще, чем справа, у женщин – вдвое чаще слева. Эти данные не имеют аналогов в цитируемых работах и вносят вклад в понимание индивидуальной анатомической изменчивости. Треугольная форма ПО чаще встречалась справа у мужчин (в 2 раза), но без статистически значимых различий по полу в целом, что близко к литературным данным о ее наличии по данным КЛКТ, но без детализации по сторонам.

В ходе краниометрического анализа 30 сухих черепов (14 мужских, 16 женских) установлено, что часто встречаемая форма ПО также, как и по результатам ретроспективного анализа КЛКТ характеризуется преобладанием овального типа: у мужчин – 71,4 %, у женщин – 100 % справа ($p = 0,037$); слева овальная форма встречается в 71,4 % и 75 % соответственно. Круглая форма ПО при изучении сухих дегидратированных человеческих черепов встречалась в 28,6 % случаев только у мужчин. Полулунная и треугольная форма ПО у обеих полов не обнаруживались при краниометрическом исследовании.

Таким образом, результаты нашего исследования дополняют литературные данные о том, что круглая форма не всегда доминирует: на КЛКТ-реформатах и краниометрических исследованиях лидирует овальная. Кроме того, впервые показана выраженная гендерно-специфичная латерализация разных форм ПО, что имеет значение для хирургических доступов и анестезиологических блокад. Расхождения с ранее опубликованными работами связаны как с различиями в методах визуализации, так как в нашем исследовании использовались

сагиттальные срезу КЛКТ, а не классическая рентгенография, так и с более детальным анализом сторон и пола в нашем исследовании.

По данным выполненного исследования, полученным на сагиттальных реформатах КЛКТ ($n = 160$), продольный (вертикальный) диаметр ПО составил справа $4,12 \pm 0,97$ мм, слева $4,32 \pm 0,98$ мм; поперечный (горизонтальный) – $2,78 \pm 0,67$ мм справа и $2,74 \pm 0,54$ мм слева. Результаты краниометрии сухих черепов ($n = 30$) оказались близкими по значению к данным исследований КЛКТ: продольный диаметр $4,52 \pm 0,97$ мм справа и $4,37 \pm 0,74$ мм слева, поперечный – $2,70 \pm 0,65$ мм и $2,94 \pm 0,58$ мм соответственно. Это подтверждает надежность показателей, полученных в результате измерений КЛКТ.

Сравнение полученные нами показатели с работой Tuncer F.B. et al. (2019), где на 105 КЛКТ горизонтальный диаметр составил $3,87 \pm 0,57$ мм, вертикальный – $3,62 \pm 0,60$ мм [125], выявляется заметное расхождение: в указанном исследовании оба диаметра больше, чем в нашей выборке (особенно поперечный), и их соотношение (почти равны) отличается от нашего, так как продольный диаметр ПО заметно превосходит поперечный. Различия могут объясняться разной ориентацией срезов (сагиттальные, аксиальные или корональные) и разными точками измерения диаметров – в нашей работе использовались строго сагиттальные реформаты, что могло дать меньшие значения поперечника.

Еще более выраженные различия наблюдаются с сенегальской популяцией [124], где размеры ПО значительно крупнее: горизонтальный диаметр ПО – $5,03 \pm 0,2$ мм, вертикальный – $5,29 \pm 0,1$ мм, что, вероятно, отражает расовые особенности лицевого скелета. Напротив, в корейской популяции [120] диаметры меньше ($3,4 \pm 0,8$ мм и $3,1 \pm 0,6$ мм) и характеризуются обратным соотношением: горизонтальный превышает вертикальный. Наши данные занимают промежуточное положение, но по форме отверстия, а именно вытянутость по вертикале, ближе к европеоидным выборкам, что соответствует известным краниологическим закономерностям.

В нашем исследовании на КЛКТ статистически значимых различий размеров ПО между мужчинами и женщинами не выявлено, что согласуется с

выводами большинства авторов, в том числе Tuncer и соавт. (2019) [125]. Однако при анализе сухих черепов обнаружены статистически значимые различия поперечного диаметра справа ($p < 0,001$) в пользу мужчин, что может быть связано с малым размером выборки ($n = 30$).

В доступной нам литературе отсутствуют данные о том, как меняются высота и ширина подглазничного отверстия в зависимости от его формы. Нами впервые установлено, что продольный диаметр достоверно различается при разных формах ПО справа ($p = 0,001$), достигая максимума при полулунной форме (медиана 5,7 мм) и минимума при круглой – 3,2 мм. Поперечный диаметр справа также статистически значимо связан с формой ($p = 0,015$): наибольшая ширина характерна для полулунной формы (3,8 мм), наименьшая – для круглой и треугольной (2,5 мм). Слева статистически значимых различий не получено ($p > 0,05$), что может указывать на асимметрию взаимосвязи формы и размеров ПО. Это наблюдение имеет прямое клиническое значение: при планировании хирургических доступов или блокад подглазничного нерва в зависимости от форма подглазничного отверстия, определяемое на предоперационных КЛКТ, позволяет прогнозировать его фактические размеры. Так, полулунное ПО будет существенно крупнее круглого, что важно для выбора инструментов и оценки риска повреждения содержимого канала.

Таким образом, наши результаты дополняют литературные данные о морфометрии ПО, демонстрируя, что не только популяционные и методические факторы, но и форма самого отверстия является значимым предиктором его линейных размеров. Отсутствие подобных сведений у других авторов, вероятно, связано с тем, что ранее зависимость «форма – размер» системно не изучалась. Полученные закономерности требуют подтверждения на независимых выборках, но уже сейчас могут быть рекомендованы для использования в клинической практике.

В нашем ретроспективном исследовании на сагиттальных реформатах КЛКТ ($n = 160$) ДПО обнаружены справа в 40 % случаев, слева – в 33,75 %. Эти значения находятся в верхней границе литературного диапазона от 3,3 % до

56,4 % по данным разных авторов [95, 96, 106, 116, 118, 120, 122] и превышают показатели, полученные при классической рентгенографии. Напротив, при краниометрии сухих черепов ($n = 30$) частота ДПО составила справа 20 %, слева 46,7 %, что демонстрирует значительную латеральную асимметрию (слева в 2,3 раза чаще) и расхождение с КЛКТ-данными. Такое несоответствие объясняется, во-первых, разным объемом выборки (160 КЛКТ пациентов и 30 сухих человеческих черепов), во-вторых, возможностью на КЛКТ-реформатах более точно дифференцировать истинные добавочные отверстия от сосудистых борозд и мелких дефектов кортикальной пластинки, что могло повысить выявляемость правой стороны. Кроме того, сухие черепа могли иметь посмертные повреждения, влияющие на подсчет.

В литературных источниках указывается, что одно добавочное отверстие встречается примерно в 90 % случаев среди всех ДПО, два – в 5 %, описаны единичные случаи четырех отверстий. Наши данные на КЛКТ показывают более высокую встречаемость двух и более ДПО: среди женщин справа 14 % имели два отверстия, слева – 7,4 % два и 7,4 % три отверстия; среди мужчин эти показатели значительно ниже (3 % справа и 1,85 % слева). Это свидетельствует о том, что множественные добавочные отверстия не являются казуистикой, особенно у лиц женского пола, что ранее в литературе не акцентировалось. Различия с литературными данными, где два отверстия ДПО встречаются лишь 5 % случаев от всех ДПО могут объясняться тем, что большинство авторов изучали ДПО на сухих черепах или рентгенограммах, где мелкие добавочные отверстия могли быть пропущены. Высокая разрешающая способность КЛКТ и целенаправленный анализ сагиттальных реформатов позволили нам детектировать даже очень малые дополнительные отверстия.

В доступных литературных источниках половой диморфизм в частоте ДПО практически не обсуждается. Наше исследование впервые показало, что женщины значительно чаще мужчин имеют как одно, так и множественные добавочные подглазничные отверстия: при краниометрии у женщин ДПО встречались чаще

(13,3 % против 6,7 % справа, 26,7 % против 20 % слева), а на КЛКТ – особенно в категории двух и трех отверстий. Это может быть связано с меньшей минерализацией и более тонкой кортикальной пластинкой верхней челюсти у женщин, что способствует формированию дополнительных сосудистых каналов. Статистически значимое преобладание ДПО с левой стороны у сухих черепов ($p < 0,05$) также указывает на латеральную асимметрию, что не противоречит литературным данным о некотором левостороннем доминировании в расположении добавочных инфраорбитальных каналов.

По данным Sokhn et al. (2019) [120], Ebogo et al. (2021) [99] и Hong et al. (2022) [118], добавочные отверстия чаще имеют полулунную форму (64,7 %), реже – розетковидную или форму песочных часов (0,2 %). В нашем исследовании форма ДПО отдельно не анализировалась, однако полулунная форма основного подглазничного отверстия, как было показано выше, встречалась исключительно у женщин и часто сочеталась с добавочными отверстиями. Это косвенно подтверждает связь между формой основных отверстий и наличием дополнительных.

Полученные нами данные о высокой частоте встречаемости (40 %) ДПО, особенно у женщин, и возможности наличия двух и трех добавочных отверстий, имеют прямое хирургическое значение. При выполнении блокад подглазничного нерва, остеотомий верхней челюсти, эндоскопических операциях в средней зоне лица необходимо учитывать, что сосудисто-нервный пучок может иметь дополнительные ветви, выходящие через отдельные костные отверстия. Игнорирование этого факта, особенно при латеральных доступах слева у женщин, повышает риск интраоперационного повреждения и послеоперационных неврологических нарушений. Таким образом, предоперационное КЛКТ-исследование с анализом сагиттальных реформатов должно быть стандартом для выявления добавочных подглазничных отверстий.

В нашей выборке значение параметра – расстояние от нижнего края глазницы до центра ПО составило $7,23 \pm 1,92$ мм справа и $7,65 \pm 1,85$ мм слева по

данным КЛКТ; на сухих черепах – $8,1 \pm 1,3$ мм и $8,4 \pm 1,1$ мм соответственно. Эти результаты практически идентичны данным Ebogo et al. (2021) [99] для ливанской популяции ($6,52 \pm 2,03$ мм справа, $7,3 \pm 1,57$ мм слева) и близки к корейским показателям ($8,2 \pm 1,7$ мм с обеих сторон, Rusu et al., 2022 [114]). Однако они существенно отличаются от сенегальской популяции [124], где расстояние составило ≈ 11 мм, что почти в 1,5 раза больше. Наши данные укладываются в литературный «европеоидный» диапазон (3,2–20,2 мм) и не подтверждают наблюдение ряда авторов о том, что ПО справа расположено ближе к глазнице, чем слева – в нашем исследовании латеральная разница не достигала статистической значимости ($p > 0,05$).

Измерение расстояния от центра ПО до носовой вырезки имели значения $14,47 \pm 1,92$ мм справа и $14,44 \pm 1,64$ мм слева. В литературе чаще приводится расстояние до края грушевидного отверстия. У Tuncer et al. (2019) [125] в Ливане этот показатель равен $10,64 \pm 2,22$ мм справа и $10,58 \pm 2,55$ мм слева – заметно меньше, чем в нашем исследовании. Разница может быть связана с тем, что «носовая вырезка» (*margo nasalis*) и собственно апертюра грушевидного отверстия – не идентичные ориентиры: первая расположена несколько латеральнее верхнечелюстного отростка. В сенегальской популяции [124] расстояние до грушевидного отверстия составляло $13,4 \pm 0,35$ мм справа и $12,4 \pm 0,41$ мм слева, что практически совпадает с нашими данными, хотя следует учитывать разницу в точках измерения. Краниометрические исследования на сухих черепах в таких странах как: Индия, Бразилия, Китай, Польша, дают значительно большие значения – от 35 до 45 мм, однако там, вероятно, измерялось расстояние до альвеолярного отростка или до срединной линии, а не до грушевидного отверстия. Результаты измерений расстояния от центра ПО до носовой вырезки на сухих черепах: $14,1 \pm 2,3$ мм справа, $14,5 \pm 1,9$ мм слева, полностью соответствуют данным КЛКТ и указывают, что в изученной нами европеоидной выборке ПО расположено относительно близко к латеральному краю грушевидной апертюры, что важно учитывать при планировании эндоскопических доступов.

Изучение показателей расстояния от центра ПО до основания альвеолярного отростка по результатам ретроспективного анализа КЛКТ: справа $20,09 \pm 2,31$ мм, слева $19,27 \pm 2,23$ мм; показатели на сухих черепах: справа $22,5 \pm 2,6$ мм, слева $23,0 \pm 2,9$ мм, оказались значительно меньше, чем расстояния до срединной сагиттальной линии, приводимые в американских исследованиях – $29,57$ мм и в ливанских – около $24,7$ мм. Это объясняется тем, что «основание альвеолярного отростка» (альвеолярный гребень) расположено значительно медиальнее и ниже, чем проекция срединной линии на уровне ПО. Кроме того, в отличие от данных Lim et al. (2016) [98] для корейской популяции, где отмечено увеличение расстояния до средней линии с возрастом, мы не изучали возрастную динамику, однако половых и латеральных различий не выявили, что совпадает с выводами Hester et al. (2021) [123] и расходится с некоторыми работами, указывающими на асимметрию.

В нашем исследовании ни один из изученных топографических параметров не показал статистически значимых различий между правой и левой стороной ($p > 0,05$). Это противоречит данным, например, Ebogo et al. (2021) [99] и Hong et al. (2022) [118], которые описывают асимметрию ПО справа ближе к глазнице, что возможно связано с отсутствием асимметрии в изученной этнотерриториальной группе. Отсутствие полового диморфизма (по всем параметрам $p > 0,05$) согласуется с большинством литературных источников, за исключением единичных исследований, где отмечаются незначительные различия в размерах черепа.

Полученные нами средние значения и их отсутствие зависимости от стороны и пола упрощают предоперационное планирование: хирург может ориентироваться на усредненные топографические данные: расстояние до глазницы $\sim 7,5$ мм, до носовой вырезки $\sim 14,5$ мм, до основания альвеолярного отростка ~ 20 мм, однако индивидуальная вариабельность требует обязательного предоперационного планирования при помощи цифровых рентгенологических методов диагностики – КЛКТ. Межпопуляционные различия, выявленные при сравнении с работами других авторов, подтверждают необходимость изучения региональных нормативных данных.

4.2 Сравнительный анализ классических способов выполнения инфраорбитальной анестезии и с разработанным цифровым протоколом применения индивидуального навигационного шаблона

Сравнительный анализ литературных данных и результаты собственного исследования позволяют провести сравнительную оценку классических методов проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия и разработанной нами персонализированной технологии с использованием индивидуального навигационного шаблона.

Традиционные внутриротовые методики (Заусаев, Кранц, Вайсблат и др.) базируются на усреднённых анатомических ориентирах: точка вкола определяется на 0,5–0,75 см ниже пересечения нижнего края глазницы с вертикальной линией, проведённой через ось второго премоляра, зрачковую ось или скулоальвеолярный гребень. Достоинствами этих методов являются их относительная простота, отсутствие необходимости в специальном оборудовании и возможность выполнения в любых клинических условиях.

Однако недостатки классических подходов очевидны и многократно описаны в литературе [17, 18, 106]:

- Низкая точность – ориентиры заданы приблизительно, без учёта индивидуальной вариабельности положения ПО, та как по данным литературных источников и результатов собственных исследований межпопуляционный разброс расстояния от нижнего края глазницы до центра ПО достигает от 3,2 до 20,2 мм, а расстояние до грушевидного отверстия варьирует от 10,6 до 45,2 мм.

- Техническая сложность и плохая воспроизводимость – хирургу приходится мысленно проецировать костные ориентиры на мягкие ткани, что часто приводит к отклонению иглы от целевой зоны.

- Высокая частота осложнений – по данным Ефимова Ю.В. и соавт. (2014) [29], местные осложнения (гематома, невротравма, интравазальное введение) при классической инфраорбитальной анестезии достигают 16 %; описаны также

общие реакции (обморок, коллапс, диплопия). Объём вводимого анестетика (0,8–1,2 мл) относительно велик, что повышает лекарственную нагрузку.

- Ограниченная зона обезболивания – классическая блокада обеспечивает анестезию лишь от центрального резца до второго премоляра, не распространяясь на область третьего моляра и нёбные ткани.

Таким образом, ориентация на «среднестатистического» пациента при высокой интер- и интраиндивидуальной изменчивости анатомии ПО является основной причиной недостаточной эффективности и безопасности классических методик.

Для повышения эффективности инфраорбитальной анестезии Ефимов и соавт. (2014) [29] разработали внутрикостный метод (патент на изобретение № 2839293 от 29.04.2025 г.). Его преимущества: расширение зоны анестезии до 3-го моляра, уменьшение объёма анестетика до 0,5 мл и снижение осложнений с 16 % до 0 %. Недостаток – дополнительная травматизация (перфорация кортикального и губчатого слоёв), что сужает показания и не позволяет рекомендовать метод для рутинной практики.

Метод наружного доступа по Ушницкому-Чахову (патент на изобретение № 2729448 от 19.05.2020 г.) [58] с навигационным устройством (патент на изобретение № 197639 от 19.05.2020 г.) [55] предлагает механическую фиксацию точки вкола относительно нижнего края орбиты и зрачковой линии. Это снижает субъективную ошибку позиционирования, но устройство является универсальным, а не индивидуальным. Оно не учитывает конкретную топографию ПО у данного пациента, в том числе наличие добавочных отверстий, вариации формы и размеров ПО, асимметрию сторон. Среднее расстояние от края орбиты до ПО (6,8 мм) заложено в конструкцию, тогда как по нашим данным этот параметр варьирует от 3,2 до 12,0 мм. Следовательно, универсальные навигаторы не решают проблемы персонализированной анестезии.

В отличие от перечисленных подходов, нами предложена и клинически апробирована технология, основанная на полном предоперационном планировании с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии и

внутриротового сканирования. Ключевые особенности разработанной методики заключаются в том, что используется:

- Индивидуальный учёт анатомии – на сагиттальных и коронарных реформатах КЛКТ точно измеряются все морфометрические и топографические параметры ПО у конкретного пациента: расстояния до нижнего края глазницы, до носовой вырезки, до основания альвеолярного отростка, диаметры ПО, форма, наличие добавочных отверстий. На основе этих данных, а также выявленной нами корреляционной взаимосвязи между углом конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и углом введения иглы, рассчитывается идеальная траектория инъекции.

- Изготовление индивидуального навигационного шаблона – шаблон состоит из: а) внутриротовой каппы, точно фиксирующейся на зубном ряду (по STL-файлу внутриротового сканирования); б) вестибулярной стойки с направляющим отверстием, диаметр которого соответствует диаметру инъекционной иглы (0,5–1,5 мм). Шаблон печатается из биосовместимой фотополимерной смолы Dental Yellow Clear Pro (Harz Labs) на 3D-принтере с высокой точностью (разрешение 8K), что исключает люфт иглы и обеспечивает воспроизводимость траектории.

- Цифровой протокол – последовательные этапы: КЛКТ → DICOM; интраоральное сканирование с фотополимерными маркерами → STL; совмещение в программе RealGide5; 3D-дизайн; постобработка; стерилизация, полностью стандартизированы и минимизируют человеческий фактор.

- Обработка критических элементов: погрешность КЛКТ с захватом нижнего края глазницы, точность совмещения, параметры печати, контролируется на каждом этапе.

В процессе разработки и апробации индивидуального навигационного шаблона для выполнения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия нами идентифицированы ключевые факторы, влияющие на успех метода: погрешности КЛКТ – решение: обязательное включение в объём сканирования всей периинфраорбитальной области от

нижнего края глазницы до основания альвеолярного отростка, использование реформатов с шагом $\leq 0,5$ мм; неточности 3D-сканирования – решение: нанесение фотополимерных маркеров на нёбный отросток для точной регистрации, калибровка сканера; ошибки при 3D-печати – решение: использование рекомендованных параметров печати (мощность 100 Вт, длина волны 405 нм, скорость 1–5 с/слой), контроль размеров направляющего отверстия калибром; несоответствие диаметра отверстия диаметру иглы – решение: в конструкции шаблона предусмотрены диапазоны (0,5–1,5 мм) с точным подбором под конкретную иглу (например, 30G). Люфт иглы не допускается.

Преимущества разработанного подхода в клинической практике заключается в том, что индивидуальный навигационный шаблон для выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия обеспечивает:

- Прогнозируемую безопасность – исключается интравазальное введение и повреждение сосудисто-нервного пучка, так как траектория иглы рассчитана с учётом точной топографии ПО, его формы и размеров, а также наличия добавочных отверстий (по нашим данным – до 40 % справа и 33,75 % слева).
- Снижение лекарственной нагрузки – объём анестетика 0,6 мл (вместо 1,4 мл) достаточен для полноценной блокады, что особенно важно у пациентов с сердечно-сосудистой патологией.
- Время наступления анестезии в 2 раза быстрее – 39 секунд, чем при классическом способе исполнения – 67 секунд.
- Возможность предоперационной верификации – шаблон припасовывается на стереолитографической модели черепа (лабораторный этап), что позволяет хирургу «отработать» введение иглы до реальной операции.
- Универсальность применения – метод показан при цистэктомии, удалении ретенированных зубов, остеотомиях верхней челюсти и других вмешательствах, требующих управляемой анестезии в зоне иннервации подглазничного нерва.

Классические методы проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия, несмотря на их широкое распространение, характеризуются

недостаточной точностью, высокой частотой осложнений и отсутствием учёта индивидуальных анатомических вариаций. Альтернативные внутрикостные и универсальные навигационные подходы частично решают проблему, но либо травматичны, либо не являются персонализированными. Разработанная нами технология изготовления индивидуального навигационного шаблона на основе цифрового протокола (КЛКТ + внутриротовое сканирование + 3D-печать) позволяет: точно позиционировать иглу в зону подглазничного отверстия с учётом всех морфометрических параметров конкретного пациента; снизить объём анестетика в 1,6–2,4 раза; ускорить время наступления анестезии в 2 раза; исключить или значительно минимизировать риск ятрогенного повреждения сосудисто-нервного пучка; обеспечить высокую воспроизводимость и обучаемость метода.

Представленный метод соответствует современной парадигме персонализированной стоматологии и может быть рекомендован для клинического внедрения при операциях на верхней челюсти, требующих проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия.

4.3 Анализ значений угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия, разработанных на основании математической модели цифрового планирования и выполнения инфраорбитальной анестезии при помощи индивидуального навигационного шаблона

Проведённое исследование позволило впервые разработать и обосновать математическую модель для определения двух взаимосвязанных угловых параметров периинфраорбитальной области: угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения

инъекционной иглы в зону подглазничного отверстия. Полученные данные имеют прямое клиническое значение для персонализированной проводниковой анестезии с использованием навигационных шаблонов.

В доступной научной литературе отсутствуют сведения о оценке значений угловых характеристик взаиморасположения альвеолярного отростка и тела верхней челюсти в сагиттальной плоскости применительно к инфраорбитальной анестезии. Большинство исследований посвящено линейным параметрам (расстояниям до ориентиров), тогда как угловые параметры, определяющие траекторию введения иглы, ранее системно не изучались. Таким образом, полученные нами результаты являются оригинальными и восполняют пробел в анатомо-топографическом обосновании проводниковой анестезии.

Единичные работы, косвенно затрагивающие вопрос угла наклона иглы при блокаде подглазничного нерва, предлагают фиксированные значения, например, $15\text{--}20^\circ$ относительно окклюзионной плоскости, не учитывая индивидуальную вариабельность. Наши данные свидетельствуют о широком диапазоне УИВ от $5,27^\circ$ до $35,7^\circ$, что подтверждает несостоятельность «усреднённого» подхода и необходимость предварительного цифрового планирования для каждого пациента.

По результатам ретроспективного анализа КЛКТ 160 пациентов установлено, что среднее значение УИК справа составило $18,21 \pm 7,06^\circ$, слева – $17,21 \pm 6,46^\circ$. Соответствующие значения УИВ – $15,84 \pm 5,45^\circ$ и $13,09 \pm 3,22^\circ$ соответственно. Обращает на себя внимание тенденция к несколько большим значениям углов справа, однако статистического значимого латерального различия не выявлено, что согласуется с отсутствием асимметрии других анатомо-топографических параметров в нашей выборке.

Данные, полученные на сухих человеческих черепках ($n = 30$), оказались ниже: УИК справа $11,67 \pm 7,17^\circ$, УИВ справа $11,50 \pm 6,89^\circ$. Такое расхождение может объясняться несколькими причинами:

1. Отсутствие мягких тканей – на сухих черепках ориентация сагитальных срезов строго соответствует анатомическим плоскостям, тогда как при КЛКТ живых пациентов неизбежны небольшие отклонения из-за положения головы.

2. Возрастные изменения – на сухих черепах представлены лица старших возрастных групп, тогда как КЛКТ-исследование выполнялось пациентам с патологией, возможно, более молодого возраста. Известно, что с возрастом происходит резорбция альвеолярного отростка, что может изменять угол конвергенции.

3. Размер выборки – 30 черепов – относительно небольшая группа, что могло повлиять на средние значения.

Несмотря на количественные различия, общая закономерность сохраняется: УИК и УИВ тесно коррелируют между собой на обоих типах материала.

Ключевым результатом работы является выявление весьма высокой прямой корреляции между углом конвергенции альвеолярного отростка и углом введения иглы. Коэффициент корреляции Спирмена составил 0,995–0,996 ($p < 0,001$) как на КЛКТ пациентов, так и на сухих черепах. По шкале Чеддока это соответствует «весьма высокой» тесноте связи. Регрессионное уравнение для правой стороны: $УИВ = 0,979 \times УИК + 0,152$, что означает: при увеличении УИК на 1° УИВ возрастает практически на 1° (на $0,979^\circ$). Модель объясняет 99,3 % дисперсии УИВ – исключительно высокий показатель предсказательной способности.

Установленная корреляционная взаимосвязь имеет фундаментальное значение: угол введения иглы при инфраорбитальной анестезии не является произвольным или усреднённым, а жёстко детерминирован индивидуальной анатомией альвеолярного отростка. Другими словами, форма и наклон альвеолярного гребня определяют оптимальную траекторию доступа к подглазничному отверстию. Данная закономерность не была описана ранее и составляет научную новизну исследования.

Проведённый корреляционный анализ между УИК и расстоянием от центра ПО до основания альвеолярного отростка показал отсутствие статистически значимой связи справа ($r = -0,072$; $p = 0,364$) и лишь слабую обратную связь слева ($r = -0,186$; $p = 0,020$). На сухих черепах аналогичная связь также была слабой и недостоверной ($r = -0,186$; $p = 0,326$). Регрессионные модели объясняют лишь 2,7–10,5 % дисперсии расстояния.

Это важный вывод: выраженность клыковой ямки (глубина, ширина) и вертикальное расстояние от ПО до альвеолярного гребня не влияют на угол конвергенции и, следовательно, не должны учитываться при расчёте траектории введения иглы. Угол введения определяется преимущественно ориентацией альвеолярного отростка относительно тела верхней челюсти, а не его удалённостью от ПО. Клинически это означает, что даже при глубокой клыковой ямке (например, 5 мм) и коротком расстоянии до гребня, угол остаётся предсказуемым по значению УИК, а точка вкола на десне может быть смещена вертикально без изменения направления.

На КЛКТ живых пациентов статистически значимых различий между мужчинами и женщинами по значениям УИК и УИВ не выявлено ($p > 0,05$). Это согласуется с отсутствием полового диморфизма по большинству линейных параметров периинфраорбитальной области в нашем исследовании.

Однако при краниометрическом анализе сухих черепов обнаружено достоверное преобладание УИК и УИВ справа у мужчин по сравнению с женщинами ($15,53 \pm 7,16^\circ$ против $8,30 \pm 5,37^\circ$, $p = 0,004$). Это расхождение может быть связано с: малым размером выборки черепов ($n = 30$), где случайное распределение могло дать несоответствие в значениях; отсутствием мягких тканей, что позволяет точнее измерить истинный костный угол, но при этом выборка черепов может не репрезентировать ту же популяцию, что и КЛКТ пациенты; возможно, на живых пациентах мягкие ткани (слизистая, подслизистая) нивелируют половые различия костного рельефа при определении целевой точки вкола.

Учитывая, что для клинического применения навигационных шаблонов мы опираемся на данные прижизненной КЛКТ, отсутствие половых различий упрощает протокол – не требуется коррекция угла в зависимости от пола пациента.

Разработанная математическая модель угла индивидуального введения анестетика в область подглазничного отверстия позволяет:

- По данным КЛКТ рассчитать индивидуальный угол введения иглы на основе легко измеряемого угла конвергенции альвеолярного отростка. Для этого на сагиттальном реформате строят прямоугольный треугольник AA_1A_2 (катеты

10 мм по вертикали и измеренное расстояние до кости по горизонтали), вычисляют tg и затем угол.

- Встроить это значение в дизайн навигационного шаблона – наклон направляющего отверстия в вестибулярной стойке задаётся точно равным УИВ, что обеспечивает автоматическое соблюдение оптимальной траектории.
- Исключить субъективный фактор – хирургу не нужно «на глаз» определять угол наклона шприца; достаточно зафиксировать шаблон и ввести иглу через направляющее отверстие до упора.

Диапазон значений УИК от $5,9^\circ$ до $34,7^\circ$ и УИВ от $5,27^\circ$ до $35,7^\circ$ указывает на существенную межиндивидуальную вариабельность. Это ещё раз подтверждает, что «среднестатистические» методики (например, с углом $15\text{--}20^\circ$) будут эффективны лишь для части пациентов. Для пациентов с малым углом ($< 10^\circ$) введение иглы под стандартным углом приведёт к прохождению медиальнее или латеральнее отверстия, а для пациентов с большим углом ($> 30^\circ$) – к упору в кость выше или ниже целевой зоны, с риском повреждения сосудисто-нервного пучка.

В результате ретроспективного анализа КЛКТ 160 пациентов и краниометрического исследования 30 сухих человеческих черепов впервые установлена и количественно охарактеризована взаимосвязь между углом конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и оптимальным углом введения инъекционной иглы при инфраорбитальной анестезии. Выявлена весьма высокая прямая корреляция ($\rho = 0,995\text{--}0,996$, $p < 0,001$), позволяющая с высокой точностью ($R^2 = 99,3\%$) прогнозировать УИВ по значению УИК. Расстояние от подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка не оказывает значимого влияния на угловые параметры. Разработанная математическая модель (патент на изобретение № 2839293 от 29.04.2025 г.) положена в основу цифрового протокола изготовления индивидуальных навигационных шаблонов для проводниковой анестезии, обеспечивающего персонализированную траекторию введения иглы без риска травмы сосудисто-нервного пучка. Полученные результаты обосновывают переход от универсальных среднестатистических методик к персонализированной анестезии, планируемой по данным предоперационной КЛКТ.

4.4 Анализ клинической эффективности применения индивидуального навигационного шаблона для местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при выполнении цистэктомии по результатам собственных исследований и данных литературных источников, описывающих классические способы исполнения инфраорбитальной анестезии

Проведённое рандомизированное клиническое исследование показало, что применение индивидуального навигационного шаблона для инфраорбитальной анестезии при цистэктомии позволяет достоверно улучшить ключевые параметры обезболивания по сравнению с классической мануальной методикой. Полученные результаты согласуются с данными литературы о преимуществах персонализированного подхода в регионарной анестезии и одновременно выявляют недостатки стандартных способов выполнения проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия.

В нашем исследовании медиана времени наступления анестезии при использовании индивидуального навигационного шаблона составила 39 с, что в 1,7 раза быстрее ($p < 0,05$), чем при классическом мануальном способе – 67 с. При этом диапазон значений: 34,8–88,0 с в обеих группах свидетельствует о выраженной межиндивидуальной вариабельности.

В доступной литературе данные о времени наступления инфраорбитальной анестезии существенно различаются. По одним источникам, анестезия наступает через 3–5 мин или 7–10 мин, по другим – через 2–3 мин, а при успешном вхождении в подглазничный канал эффект может наступать практически моментально. В англоязычных руководствах указывается, что при использовании лидокаина обезболивание развивается через 4–6 мин, а при применении бупивакаина – через 10–20 мин. В нашем исследовании в качестве местного анестетика применялся 4 % раствор артикаина с адреналином 1 : 200 000 для получения унифицированных результатов исследования и в результате значение

времени наступления анестезии составило 67 секунд в контрольной группе сопоставимо с литературными данными о быстром наступлении эффекта при условии точного попадания в канал. Однако достижение анестезии в среднем за 39 секунд при использовании шаблона превосходит большинство опубликованных показателей, что, вероятно, связано с исключением временных затрат на поиск устья подглазничного канала. Как справедливо отмечается в литературе, часто войти в канал при классической методике не удаётся из-за различных вариантов формы, размеров и расположения подглазничного отверстия. Разработанный навигационный шаблон полностью устраняет этот этап, что и объясняет значимое ускорение наступления анестезии в основной группе.

Применение индивидуального навигационного шаблона позволило снизить объём вводимого анестетика в 2,3 раза (0,6 против 1,4 мл, $p < 0,001$). Это превышает литературные рекомендации, где обычный объём для инфраорбитальной блокады составляет 0,5–1,0 мл, 1,5–2,0 мл или 1–3 мл. Некоторые источники указывают на возможность введения до 4–8 мл при заполнении канала. При классической методике необходимость введения большего объёма анестетика связана с его диффузией через окружающие мягкие ткани для достижения целевой зоны. Нервные блокады, как отмечено в литературе, требуют меньшего объёма анестетика по сравнению с инфильтрационной анестезией, что снижает искажение окружающих тканей. Навигационный шаблон обеспечивает точную доставку препарата непосредственно к подглазничному отверстию, что минимизирует диффузные потери и позволяет достичь полноценной блокады при объёме 0,5–0,6 мл – минимальном среди опубликованных данных для данного вида обезболивания.

Установлено, что у мужчин требуется достоверно в 2,4 раза больший объём анестетика ($p < 0,05$), чем у женщин, независимо от способа анестезии. В доступной литературе количественные данные о половом диморфизме используемого объёма местного анестетика для инфраорбитальной блокады отсутствуют. Описанное различие может объясняться большей толщиной мягких тканей в периинфраорбитальной области у мужчин, иной костной архитектоникой, а также,

возможно, различной выраженностью подкожножировой клетчатки, что создаёт дополнительные препятствия для диффузии анестетика к целевому отверстию. Этот факт необходимо учитывать при клиническом планировании, особенно в контрольной группе, где диффузионный компонент вклада в анестезию выше.

Выявлена высокая прямая корреляция между временем наступления анестезии и объёмом введённого препарата ($\rho = 0,802$, $p < 0,001$).

Регрессионное уравнение:

$$Y_{\text{объем введенного препарата (мл)}} = 0,015 \times X_{\text{время наступления инфраорбитальной анестезии (сек)}} + 0,067,$$

демонстрирует, что увеличение времени наступления на 1 с требует дополнительного введения всего 0,015 мл анестетика. Столь высокая предсказательная способность модели указывает на то, что время наступления анестезии в подавляющем большинстве случаев определяется объёмом введённого препарата, а не индивидуальными особенностями пациента (возраст, пол, сторона инъекции), с которыми была выявлена лишь слабая или отсутствующая связь.

Слабая отрицательная корреляция объёма препарата с возрастом ($\rho = -0,295$, $p = 0,065$) объясняет лишь 2,6 % дисперсии. Этот результат противоречит литературным наблюдениям о возрастном увеличении расстояния от ПО до срединной линии, что обычно требует коррекции объёма анестетика при классической блокаде. Напротив, при использовании навигационного шаблона, обеспечивающего направленное введение точно в целевую зону, связь с возрастом практически нивелируется.

Применение индивидуального навигационного шаблона позволило снизить общую частоту осложнений с 25 % в контрольной группе до 5 % в основной. В контрольной группе регистрировались: гематома и ишемия (25 %), болезненность при дотрагивании (10 %) и диплопия (10 %). В основной группе отмечена только гематома в 5 % случаев (один пациент), что объясняется невозможностью предоперационной визуализации мелких сосудистых ветвей подглазничной артерии на КЛКТ.

Диплопия (двоение в глазах) является характерным осложнением классической инфраорбитальной анестезии и связана с попаданием анестетика

через подглазничное отверстие в орбиту с последующим парезом глазодвигательных мышц. Отсутствие диплопии в основной группе подтверждает, что навигационный шаблон обеспечивает введение иглы строго в зону подглазничного отверстия без проникновения в полость глазницы. Гематома и ишемия в контрольной группе возникают из-за повреждения сосудистого русла при многократных попытках найти устье канала – фактор, который полностью исключается при использовании направляющего отверстия шаблона. Таким образом, применение индивидуального навигационного шаблона не просто снижает частоту, но и качественно меняет спектр осложнений, полностью устраняя те из них, которые связаны с неточным позиционированием иглы.

В последние годы в стоматологии активно внедряются цифровые способы планирования индивидуальных навигационных шаблонов для дентальной имплантации и различных хирургических вмешательств, что существенно сокращает продолжительность операций и минимизирует риск послеоперационных осложнений. Описаны также компьютерные навигационные системы для выполнения блокады верхнечелюстного нерва через большой нёбный канал, которые обеспечивают точный, воспроизводимый и безопасный доступ. Настоящее исследование является одним из первых, где подобная технология адаптирована для проводниковой анестезии в области подглазничного отверстия. Разработанный шаблон объединяет два ключевых функциональных компонента – назубную капу для стабильной фиксации и вестибулярную стойку с направляющим отверстием, что позволяет через одну конструкцию последовательно выполнять как анестезию, так и основное оперативное вмешательство (цистэктомию). В 97 % случаев угол введения иглы, задаваемый шаблоном, совпадал с направлением верхушек корней зубов, что делало возможным использование одного навигационного окна для обеих манипуляций.

Сравнение результатов клинической эффективности контрольной и основной групп убедительно демонстрирует, что ключевые недостатки классической мануальной методики – неопределённость точки вкола, вариабельность вектора введения и необходимость поиска устья канала –

полностью устраняются при использовании индивидуального навигационного шаблона. Точное попадание в зону подглазничного отверстия с первой попытки обеспечивает: минимальный объём анестетика (0,6 мл), достаточный для полноценной блокады; максимально быстрое наступление анестезии (39 с); значимое снижение частоты осложнений (с 25 % до 5 %); предсказуемость и воспроизводимость процедуры вне зависимости от опыта хирурга.

Примечательно, что среднее значение объёма анестетика в контрольной группе – 1,4 мл с высокой долей вероятности завышено из-за трудностей попадания в целевую зону. При безупречной технике классическая блокада, как отмечено в литературе, может выполняться с объёмом 0,5–1,0 мл, однако на практике добиться такого результата систематически удаётся далеко не всегда. Навигационный шаблон именно и обеспечивает «безупречную технику» в рутинном клиническом применении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое рандомизированное клиническое исследование продемонстрировало, что применение индивидуального навигационного шаблона для инфраорбитальной анестезии при цистэктомии достоверно превосходит классическую мануальную методику по ключевым параметрам: время наступления анестезии сокращается в 1,7 раза, а объём вводимого анестетика – в 2,3 раза ($p < 0,001$). При использовании шаблона общая частота осложнений снизилась с 25 % до 5 %, при этом полностью отсутствовали болезненность при дотрагивании и диплопия. Выявлена высокая прямая корреляция между временем наступления анестезии и объёмом препарата ($r = 0,802$; $p < 0,001$), построена регрессионная модель, объясняющая 91,2 % дисперсии. Установлено, что у мужчин требуется достоверно больший объём анестетика, чем у женщин ($p < 0,05$), что требует дальнейшего изучения. Благодаря высокой точности, безопасности и воспроизводимости проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия, достигаемых с помощью разработанной технологии цифрового планирования и 3D-печати индивидуальных навигационных шаблонов, данный метод может быть рекомендован для широкого клинического использования при плановых операциях на верхней челюсти.

Выводы

1. Проведённый морфометрический анализ конусно-лучевых компьютерных томограмм ($n = 160$) и сухих черепов ($n = 30$) выявил, что наиболее частой формой подглазничного отверстия является овальная (60,6 %), реже встречаются круглая (24,4 %), треугольная (11,7 %) и полулунная (3,3 %). Установлена асимметрия форм: круглая форма у мужчин достоверно чаще определяется слева (в 6 раз), полулунная – исключительно у женщин (6,25 %). Добавочные подглазничные отверстия обнаружены справа в 40 %, слева в 33,75 % случаев, причём множественные отверстия (2–3) достоверно чаще встречаются у женщин.

2. Линейные размеры подглазничного отверстия (продольный диаметр 4,12–4,32 мм, поперечный 2,74–2,78 мм) и топографические параметры (расстояние до нижнего края глазницы 7,23–7,65 мм, до носовой вырезки 14,44–14,47 мм, до основания альвеолярного отростка 19,27–20,09 мм) не имели статистически значимых латеральных и половых различий ($p > 0,05$), что указывает на симметричность и отсутствие полового диморфизма в изученной популяции.

3. На основании ретроспективного морфометрического, анатомотопографического и краниометрического анализа 160 конусно-лучевых компьютерных томограмм и 30 сухих человеческих черепов впервые создана и валидирована электронная база данных, систематизирующая индивидуальные параметры подглазничного отверстия и периинфраорбитальной области, которая представляет собой рабочий инструмент для научного анализа, математического моделирования и клинической реализации персонализированной инфраорбитальной анестезии. Её дальнейшее пополнение и интеграция с системами цифрового планирования позволит распространить предложенный подход на другие области регионарной анестезии в челюстно-лицевой области.

4. Впервые разработана и валидирована математическая модель для расчёта угла индивидуального введения инъекционной иглы на основе угла

конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти. Выявлена весьма высокая прямая корреляционная связь ($\rho = 0,995$, $p < 0,001$, $R^2 = 99,3 \%$). Диапазон значений УИК составил $5,2\text{--}34,7^\circ$, УИВ – $5,3\text{--}35,7^\circ$. Расстояние от подглазничного отверстия до альвеолярного гребня (выраженность клыковой ямки) не влияет на угловые параметры ($p > 0,05$), что подтверждает независимость углового планирования от линейных размеров.

5. В рандомизированном клиническом исследовании ($n = 40$) применение индивидуального навигационного шаблона для инфраорбитальной анестезии при цистэктомии позволило достоверно сократить время наступления анестезии в 1,7 раза (медиана 39 с против 67 с, $p < 0,05$) и уменьшить объём вводимого анестетика в 2,3 раза (0,6 мл против 1,4 мл, $p < 0,001$) по сравнению с классической мануальной методикой. Частота осложнений снизилась с 25 % (гематома, ишемия, болезненность, диплопия) до 5 % (только гематома), при этом диплопия и болезненность при дотрагивании в основной группе отсутствовали.

6. При использовании навигационного шаблона в 97 % случаев угол введения иглы совпадал с направлением верхушек корней зубов, что позволило через одно навигационное окно последовательно выполнять как анестезию, так и цистэктомию. Разработанный цифровой протокол: КЛКТ → внутриротовое сканирование совмещение в программе RealGide5 → 3D-печать из биосовместимой фотополимерной смолы обеспечивает прецизионную, воспроизводимую и безопасную проводниковую анестезию в области подглазничного отверстия.

Практические рекомендации

1. Всем пациентам, планируемым на цистэктомиию или другие операции в переднем отделе верхней челюсти с использованием инфраорбитальной анестезии, следует выполнять конусно-лучевую компьютерную томографию с захватом области от нижнего края глазницы до основания альвеолярного отростка. На сагиттальных реформатах необходимо измерять угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти по предложенной методике (построение прямоугольного треугольника AA_1A_2 с катетом 10 мм по вертикали). При отсутствии возможности непосредственного расчёта угла введения иглы допускается использование регрессионного уравнения: $УИВ = 0,979 \times УИК + 0,152$, что обеспечивает точность планирования более 99 %.

2. При выполнении плановых зубосохраняющих операциях, например, цистэктомии рекомендовано изготовление индивидуального навигационного шаблона по цифровому протоколу, включающий три обязательных элемента: внутриротовую назубную каппу, обеспечивающую точную фиксацию на зубной ряд верхней челюсти, вестибулярную стойку высотой 6–12 мм и шириной 9–10 мм, а также направляющее отверстие диаметром, строго соответствующим диаметру используемой инъекционной иглы (0,5–1,5 мм). Изготовление шаблона следует проводить по цифровому протоколу: совмещение DICOM-файла КЛКТ и STL-файла внутриротового сканирования в программе (например, RealGide5) → 3D-дизайн → 3D-печать из биосовместимой фотополимерной смолы, например, Dental Yellow Clear Pro с последующей постобработкой: отмывка, отверждение и стерилизацией в автоклаве или химическим способом.

3. При планировании цистэктомии рекомендуется использовать один навигационный шаблон для двух последовательных этапов: сначала для введения анестетика через направляющее отверстие в вестибулярной стойке, а затем – для позиционирования хирургических инструментов или контроля доступа к

верхушке корня. Поскольку в 97 % случаев угол введения иглы совпадает с направлением вершечек корней зубов, при дизайне шаблона следует предусмотреть возможность его применения в качестве ориентира для оперативного доступа, например, нанесение метки или удлиненного окна. Это позволяет сократить количество используемых навигационных устройств и время операции.

4. Минимизация объёма анестетика и контроль осложнений. При использовании навигационного шаблона рекомендованный объём вводимого анестетика (4 % артикаин с эпинефрином 1:100 000) составляет 0,5–0,6 мл, что в 2,3 раза меньше, чем при классической методике. Этого объёма достаточно для наступления полноценной анестезии в среднем через 39 секунд. Ввиду высокой точности попадания в зону подглазничного отверстия следует избегать избыточного введения препарата, особенно у женщин (где требуется меньший объём). Для профилактики гематомы, несмотря на использование шаблона, рекомендуется перед инъекцией проводить аспирационную пробу, так как мелкие сосудистые ветви не визуализируются на КЛКТ (частота гематомы при применении шаблона сохраняется на уровне 5 %).

5. Внедрение индивидуальных навигационных шаблонов в практику стоматологической клиники требует соблюдения следующих условий: качественное КЛКТ-сканирование с шагом реформации не более 0,5 мм и обязательной визуализацией нижнего края глазницы; калибровка внутриротового сканера; верификация точности припасовки шаблона на стереолитографической модели челюсти перед операцией (лабораторный этап); обучение персонала работе с цифровым протоколом (от сканирования до печати). При несоблюдении любого из перечисленных этапов, например: неполный охват зоны интереса на КЛКТ, несовпадение диаметра направляющего отверстия и иглы, навигационная ценность шаблона снижается, а риск осложнений возрастает. Рекомендуется вести журнал учета изготовленных шаблонов и фиксировать параметры УИК и УИВ для каждого пациента с пополнением электронной базы данных.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Проведённое исследование определяет вектор дальнейших научных изысканий и клинических внедрений:

1. Разработка алгоритмов автоматической идентификации анатомических структур и генерации траекторий на базе платформ искусственного интеллекта позволит минимизировать временные затраты на этапе планирования и снизить влияние субъективного фактора, что критически важно для масштабирования метода в повседневную клиническую практику.

2. Положительные результаты апробации на верхней челюсти служат основой для экстраполяции метода на проводниковые блокады нижней челюсти (мандибулярная, торусальная, ментальная) и смежные области челюстно-лицевой хирургии, предъявляющие повышенные требования к точности введения иглы (в т.ч. блокада крылонёбного ганглия).

3. Актуальной задачей является конструирование гибридных навигационных шаблонов, совмещающих функции направителей как для анестезиологического, так и для последующего хирургического этапов (цистэктомия, дентальная имплантация). Подобный подход позволит унифицировать этапы вмешательства в рамках единого цифрового протокола и сократить операционное время.

4. Проведение углублённого фармакоэкономического анализа, интегрирующего показатели снижения расхода препаратов, продолжительности процедуры, частоты осложнений и субъективной оценки качества жизни, обеспечит доказательную базу клинико-экономической обоснованности внедрения шаблонной техники.

Реализация обозначенных направлений обеспечит финальный переход к цифровой анестезиологической поддержке, соответствующей глобальным стандартам прецизионной и персонализированной медицины, и позволит повысить уровень стоматологической помощи с точки зрения безопасности и терапевтической эффективности.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав

ДПО – дополнительное подглазничное отверстие

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

МРТ – магнито-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ПО – подглазничное отверстие

УИВ – индивидуальный угол введения иглы карпульного инъектора в зону подглазничного отверстия

УИК – угол индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка по отношению к телу верхнечелюстной кости

DLP-печать – отверждение идет за счет тысяч мелких зеркал

HU – Hounsfield units – стандартизированная шкала по Хаунсвельду

IOS – Intraoral Scanning – интраоральное сканирование

LCD-печать – разновидность технологии DLP-печати, для которой вместо проектора используется ЖК-дисплей

SLA (Stereolithography) печать – метод 3D-печати, при котором объект создается послойно путем отверждения жидкой фотополимерной смолы с помощью ультрафиолетового лазера

STL-файл – стандартный цифровой формат для хранения трехмерных геометрических моделей объектов, состоящий из сетки треугольников

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 3D-сканирования в диагностике и профилактике стоматологических заболеваний у детей / А. М. Дыбов, Ли Цзининь, Г. Юйчэн, О. В. Дудник // Стоматология для всех. – 2025. – № 1(110). – С. 64–68. – DOI: 10.35556/idr2025-1(110)64-68.
2. Абдуганиева, Ш. Х. Оптимизация имплантологического лечения с помощью цифровых технологий / Ш. Х. Абдуганиева, Д. Умурзокова // Лучшие интеллектуальные исследования. – 2025. – № 4(37). – С. 92–100.
3. Айдемирова, М. А. Особенности использования местных анестетиков в практике детского врача-стоматолога / М. А. Айдемирова, Н. В. Давыдова, И. В. Фирсова // Bulletin of Medical Internet Conferences. – 2017. – Т. 7. – № 4. – С. 662.
4. Анализ встречаемости и топографических данных альвеоло-антральной артерии на основе обзора литературы / Ю. Г. Седов, А. М. Аванесов, М. А. Чибисова [и др.] // Стоматология. – 2020. – Т. 99. – № 4. – С. 76–80. – DOI: 10.17116/stomat20209904176.
5. Алиева, С. П. Применение хирургического шаблона в имплантологии: преимущества, недостатки и клинические случаи // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2025. – № 5-2. – С. 138–142. – DOI: 10.37882/2223-2966.2025.05-2.02.
6. Анализ альвеоло-антральной артерии на основе конусно-лучевой компьютерной томографии у пациентов с тяжелой атрофией альвеолярного гребня в боковом отделе верхней челюсти / Ю. Г. Седов, А. М. Аванесов, М. А. Чибисова [и др.] // Институт стоматологии. – 2019. – № 1 (82). – С. 36–38.
7. Анализ осведомленности врачей-стоматологов, занимающихся дентальной имплантацией, в отношении анатомических структур верхней и нижней челюстей / А. М. Аванесов, Н. И. Сергеев, Н. В. Нуднов [и др.] // Медицинский алфавит. – 2019. – Т. 2. – № 11. – С. 36–39. – DOI: 10.33667/2078-5631-2019-211(386)-36-39.

8. Анализ особенностей использования хирургического навигационного шаблона при проведении операции дентальной имплантации / И. А. Метелев, Н. Н. Фокас, А. А. Чучунов [и др.] // Аспирант. – 2021. – № 3 (60). – С. 157–162.
9. Анисова, А. А. Топография канала переднего верхнего альвеолярного нерва и его добавочных каналов по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / А. А. Анисова, С. Л. Кабак, Ю. М. Мельниченко // Студенческая медицинская наука XXI века : материалы XXIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых (26–27 октября 2023 года, г. Витебск). – Витебск, 2023. – С. 588–591.
10. Артюшкевич, А. С. Травмы и восстановительная хирургия челюстнолицевой области : учебное пособие. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 257 с.
11. Балин, К. Д. Реабилитация пациентов с частичной вторичной адентией ортопедическими конструкциями на дентальных имплантах с применением навигационных хирургических шаблонов Codiagnostix / К. Д. Балин, Э. Г. Борисова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2021. – Т. 23. – № 3. – С. 88–94. – DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2021-23-3-88-94.
12. Бахметьева, Э. А. Сравнительная характеристика видов компьютерной томографии органов челюстно-лицевой области // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2013. – Т. 3. – № 9. – С. 1100.
13. Безопасное обезболивание в стоматологии : учебное пособие / С. А. Рабинович, Е. В. Зорян, Л. А. Заводиленко [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 160 с.
14. Булат, С. Г. Применение реваскуляризированного малоберцевого аутооттрансплантата в комплексной реабилитации пациентов с выраженной атрофией тела нижней челюсти : специальность 14.01.14 : дис. ... канд. мед. наук / Булат Сергей Георгиевич. – Москва, 2021. – 244 с.
15. Вариабельность топографии подглазничного отверстия / А. А. Чахов, И. Д. Ушницкий, А. В. Юркевич [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях Севера : сборник статей межрегиональной

научно-практической конференции, посвященной 100-летию стоматологической службы Республики Саха (Якутия) (19 июня 2020 года, г. Якутск). – Якутск, 2020. – С. 206–211.

16. Взаимоотношения корней моляров с нижней стенкой верхнечелюстной пазухи / Р. С. Мехтиев, Ю. М. Мельниченко, С. Л. Кабак [и др.] // Стоматология. – 2023. – Т. 102. – № 1. – С. 52-59. – DOI: 10.17116/stomat202310201152.

17. Волков, С. И. Новый способ проведения манибулярной анестезии / С. И. Волков, С. Н. Лебедев, Ю. В. Лебедева // Верхневолжский медицинский журнал. – 2019. – Т. 18. – № 1. – С. 10–15.

18. Волков, С. И. Способ проведения мандибулярной анестезии на основании топографо-анатомических ориентиров / С. И. Волков, С. Н. Лебедев, Ю. В. Лебедева // Стоматология. – 2019. – Т. 98. – № 3. – С. 94–96. – DOI: 10.17116/stomat20199803194.

19. Воронина, Е. А. Возможности цифрового стоматологического подхода в реабилитации пациента после хирургического лечения одностороннего анкилоза височно-нижнечелюстного сустава методом томии мышечка / Е. А. Воронина, Н. С. Нуриева, С. М. Ризаева // Стоматология. – 2025. – Т. 104. – № 1. – С. 9–16. – DOI: 10.17116/stomat20251040119.

20. Высокая точность конструкций при применении 3D-печати в имплантологии (обзор литературы) / В. А. Иванова, В. В. Борисов, В. В. Платонова [и др.] // Актуальные проблемы медицины. – 2020. – Т. 43. – № 1. – С. 93–101. – DOI: 10.18413/2687-0940-2020-43-1-93-101.

21. Гнетов, О. А. Развитие 3D- печати в стоматологии: как аддитивное производство трансформирует изготовление протезов, коронок, элайнеров и хирургических шаблонов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – № 6-1 (105). – С. 39–51. – DOI:10.24412/25001000-2025-6-1-39-51.

22. Гук, В. А. Программное обеспечение при навигационной имплантологии в практике врача стоматолога / В. А. Гук, А. О. Кудревич //

Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : материалы Всероссийской юбилейной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня основания кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (20–21 ноября 2024 года, г. Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург, 2024. – С. 40–44.

23. Гук, В. А. Навигационная имплантология в практике врача стоматолога / В. А. Гук, Л. А. Гук, Т. П. Гук // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : материалы Всероссийской юбилейной научно-практической конференции, посвященной 95-летию со дня основания кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (20–21 ноября 2024 года, г. Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург, 2024. – С. 37–40.

24. Дентофобия взрослых / М. А. Бочарова, П. Н. Смирнова, Е. Е. Тюлькина [и др.] // Scientist. – 2023. – № 2 (24). – С. 79–87.

25. Диагностические критерии гипоплазии верхнечелюстной пазухи по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / Ю. М. Мельниченко, С. Л. Кабак, Н. А. Саврасова [и др.] // Вестник оториноларингологии. – 2023. – Т. 88. – № 1. – С. 44–49. – DOI: 10.17116/otorino20228801144.

26. Диагностическая ценность двухмерных и трехмерных рентгенологических изображений / А. В. Михальниченко, С. В. Дьяченко, Д. Ю. Дьяченко [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2018. – № 1 (57). – С. 32–35.

27. Диагностические возможности рентгенологических лучевых методов исследования в стоматологии / М. Д. Сманалиев, А. Т. Рахманов, Г. И. Юлдашева [и др.] // Известия вузов Кыргызстана. – 2021. – № 2. – С. 66–70.

28. Еренков, И. О. Диагностические возможности конусно-лучевой компьютерной томографии при повреждениях шейного отдела позвоночника у детей: описание двух наблюдений / И. О. Еренков, В. А. Воронин // Альманах клинической медицины. – 2023. – Т. 51. – № 3. – С. 200–205. – DOI: 10.18786/2072-0505-2023-51-017.

29. Ефимов, Ю. В. Новый способ проведения местной проводниковой анестезии на верхней челюсти. / Ю. В. Ефимов, Ю. В. Тельянова, Е. Ю. Ефимова // Стоматология. – 2014. – Т. 93. – № 6. – С. 35–37. – DOI: 10.17116/stomat201493635-37.

30. Забелин, Д. А. Применение 3D-печати в медицине // Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности : сборник материалов XV Международной научно-практической конференции (15 марта 2023 года, г Москва). – Москва, 2023. – С. 276–282.

31. Иванюта, С. О. Особенности клиники и диагностики постковидного поражения костей лицевого скелета и околоносовых пазух : специальность 3.1.2 : дис. ... канд. мед. наук / Иванюта Сергей Олегович. Ставрополь, 2025. – 172 с.

32. Интраоперационный рентген-контроль при дентальной имплантации / Д. И. Кабисов, Г. А. Гребнев, И. С. Железняк, Н. Н. Потрахов // Теоретические и практические вопросы клинической стоматологии : материалы Всероссийской научно-практической конференции (07-08 октября 2021 года, г. Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург, 2021. – С. 78–81.

33. Интраоральное сканирование в современной стоматологии: преимущества, недостатки и перспективы развития / Е. Н. Овчаренко, Т. Р. Зарединова, Л. Н. Куртмулаева [и др.] // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2024. – № 3-2. – С. 121–126. – DOI 10.37882/2223-2966.2024.3-2.19.

34. Интраоральное сканирование: новый уровень точности и комфорта в стоматологии / Н. Д. Колапова, Д. Р. Гречишникова, М. Р. Якубова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2025. – № 6 (156). – С. 77. – DOI: 10.60797/IRJ.2025.156.76.

35. Исследование возможности использования компьютерной томографии в коническом пучке (СВСТ) для планирования лучевой терапии / Е. Н. Лыкова, Е. П. Морозова, С. С. Хромов [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2021. – № 4. – С. 46–51.

36. Кабак, С. Л. Клиническая анатомия верхней челюсти / С. Л. Кабак, Ю. М. Мельниченко, А. В. Пильчук // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2024. – Т. 13. – № 4. – С. 82–89. – DOI: 10.18499/2225-7357-2024-13-4-82-89.

37. Клинический опыт применения фрезерованных хирургических шаблонов для дентальной имплантации / Д. С. Ваулина, А. Ю. Дробышев, Н. А. Редько [и др.] // Российская стоматология. – 2022. – Т. 15. – № 1. – С. 40–41.

38. Контроль лучевой нагрузки при конусно-лучевой компьютерной томографии / Н. А. Саврасова, Ю. М. Мельниченко, Л. Ю. Белецкая [и др.] // Современная стоматология. – 2016. – № 2. – С. 19–26.

39. Конусно-лучевая компьютерная томография верхней челюсти как метод оценки эффективности применения гелевой формы аутоплазмы при проведении операции открытый синус-лифтинг / Д. Б. Сатуева, Д. В. Солодкая, Е. Ю. Дьячкова [и др.] // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2023. – Т. 13. – № 1. – С. 38–48.

40. Левашов, Н. Е. Возможности 3D-сканирования в современной стоматологии / Н. Е. Левашов, А. А. Олейников, С. А. Романов // Digital Diagnostics. – 2024. – Т. 5. – № S1. – С. 89–91. – DOI: 10.17816/DD625965.

41. Лосев, Ф. Ф. Использование дентальных имплантатов при ортопедической реабилитации пациентов в эстетически значимой зоне / Ф. Ф. Лосев, Т. В. Брайловская, Р. В. Калинин // Стоматология. – 2022. – Т. 101. – № 1. – С. 84–88. – DOI: 10.17116/stomat202210101184.

42. Макарова, П. А. Оценка необходимости введения в процесс лечения в ортопедической стоматологии метода интраорального сканирования // Актуальные вопросы здоровья населения и развития здравоохранения на уровне субъекта Российской Федерации : материалы Всероссийской научнопрактической конференции (с международным участием), посвященной 100-летию кафедры общественного здоровья и здравоохранения ИГМУ (19242024) (06 декабря 2024 года, г. Иркутск). – Иркутск, 2024. – С. 266–270.

43. Мельников, Ю. А. Навигационная хирургия в дентальной имплантологии. Доступные хирургические инструменты в повседневной работе /

Ю. А. Мельников, С. Е. Жолудев // Уральский медицинский журнал. – 2020. – № 9 (192). – С. 39–43. – DOI: 10.25694/URMJ.2020.09.09.

44. Методологический анализ: интраоральное сканирование в клинике современной ортопедической стоматологии / З. Ф. Хумаров, Н. А. Цаликова, В. Д. Никольский [и др.] // Российская стоматология. – 2022. – Т. 15. – № 3. – С. 61–62.

45. Мехтиев, Р. С. Топография септ в области дна верхнечелюстной пазухи // Медицинский журнал. – 2023. – № 4. – С. 86–92. – DOI: 10.51922/1818-426X.2023.4.86.

46. Михайличенко, Е. А. Нежелательные побочные действия местных анестетиков, применяемых в стоматологии / Е. А. Михайличенко, П. Ю. Гончарова, С. В. Денисова // Интеграция теории и практики в медицине: достижения и перспективы : сборник научных статей. – Кемерово, 2024. – С. 314. – ISBN 978-5-8151-0335-1.

47. Морфометрический анализ надглазничной вырезки (отверстия) и подглазничного отверстия черепа человека / А. Г. Рыбаков, И. А. Лошкарёв, П. А. Мачинский [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 4. – С. 178.

48. Наумович, С. С. Конусно-лучевая компьютерная томография: современные возможности и перспективы применения в стоматологии / С. С. Наумович, С. А. Наумович // Современная стоматология. – 2012. – № 2 (55). – С. 31–37.

49. Нечаева, Н. К. Диагностика повреждения нижнего альвеолярного нерва при дентальной имплантации посредством конусно-лучевой компьютерной томографии Vatech // Медицинский алфавит. – 2017. – Т. 4. – № 36. – С. 5–7.

50. Осведомленность стоматологов относительно анатомических факторов дентальной имплантации в боковых отделах верхней челюсти / Ю. М. Мельниченко, С. Л. Кабак, Р. С. Мехтиев [и др.] // Медицинские новости. – 2023. – № 3. – С. 5–37.

51. Османова, Н. Д. Технология разработки хирургического шаблона: практическое применение в имплантологии // Врач. – 2025. – Т. 36. – № 1. – С. 57–61. – DOI: 10.29296/25877305-2025-01-11.

52. Основы проведения безопасного местного обезболивания в амбулаторной стоматологической практике / Е. Н. Анисимова, Н. Ю. Анисимова, Р. С. Бабаджанян [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2019. – Т. 23. – № 3–4. – С. 144–148. – DOI: 10.18821/1728-2802-2019-23-3-4-144-148.

53. Особенности проводникового обезболивания при операциях удаления зубов в амбулаторной стоматологии : учебное пособие / А. В. Севбитов, Ю. Л. Васильев, В. В. Платонова [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 168 с.

54. Павлова, О. Ю. Конусно-лучевая компьютерная томография в диагностике повреждений лицевого скелета / О. Ю. Павлова, Н. С. Серова // Стоматология. – 2016. – Т. 95. – № 6. – С. 64–66. – DOI: 10.17116/stomat201695664-66.

55. Патент № 197639 Российская Федерация, А61М 19/00, А61F 9/007. Устройство для проведения инфраорбитальной анестезии : № 2020106686 : заяв. 13.02.2020 : опубл. 19.05.2020 / Чахов А. А., Ушницкий И. Д. ; патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова". – Бюл. № 14. – 10 с.

56. Патент № 224988 Российская Федерация, МПК А61В 17/00. Хирургическая навигационная втулка с ирригационно-охлаждающей трубкой и антиротационными элементами : № 2024104002 : заяв. 16.02.2024 : опубл. 11.04.2024 / Чугурян М. Я., Степанов И. В., Кузнецов Д. Э. ; патентообладатель ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Минздрава России. – Бюл. № 11. – 8 с.

57. Патент № 2702141 Российская Федерация, МПК А61М 19/00. Устройство для проведения местной анестезии и устранения ее возможных осложнений при проведении хирургического вмешательства в полости рта (варианты) и способ проведения местной анестезии и устранения возможных

осложнений ее при проведении хирургического вмешательства в полости рта : № 2019100509 : заяв. 11.01.2019 : опубл. 04.10.2019 / Юдин Д. К., Чукумов Р. М., Шугайлов И. А. [и др.] ; патентообладатель Юдин Д. К. – Бюл. № 28. – 42 с.

58. Патент № 2729448 Российская Федерация, МПК А61М 16/00. Способ инфраорбитальной анестезии : № 2020106687 : заяв. 13.02.2020 : опубл. 06.08.2020 / Ушницкий И. Д., Чахов А. А. ; патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова". – Бюл. № 22. – 13 с.

59. Патент № 2756066 Российская Федерация, МПК А61В 17/24, А61С 8/00. Навигационный шаблон для проведения резекции корня : № 2021118274 : заяв. 23.06.2021 : опубл. 27.09.2021 / Степанов А. Г., Апресян С. В., Григорьянц Л. А. ; патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов". – Бюл. № 27. – 9 с.

60. Патент № 2756067 Российская Федерация, МПК А61В 17/24, А61С 8/00. Способ резекции части корней моляров нижней челюсти : № 2021118277 : заяв. 23.06.2021 : опубл. 27.09.2021 / Степанов А. Г., Апресян С. В., Убайдуллоева Ш. А., Авад Тарек, Симонян Д. В. ; патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Российский университет дружбы народов". – Бюл. № 27. – 10с.

61. Патент № 2758099 Российская Федерация, МПК А61С 13/00, А61С 8/00. Навигационный шаблон для имплантации с каналом для ирригации операционного поля : № 2021105617 : заяв. 04.03.2021 : опубл. 26.10.2021 / Гуськов А. В., Кузнецов А. В., Мишин Д. Н. [и др.] ; патентообладатель ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова» Минздрава России. – Бюл. № 30. – 11 с.

62. Патент № 2763655 Российская Федерация, МПК А61С 8/00. Способ поднятия дна гайморовой пазухи при дентальной имплантации : № 2021119041 :

заяв. 30.06.2021 : опубл. 30.12.2021 / Гривков А. С. ; патентообладатель ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого». – Бюл. № 1. – 10 с.

63. Патент № 2765211 Российская Федерация, МПК А61С 8/00. Способ устранения недостаточности мягких тканей в области адентии при установке дентальных имплантатов с использованием навигационного шаблона : № 2021114718 : заяв. 24.05.2021 : опубл. 26.01.2022 / Буланов С. И., Сафронов М. В., Буров А. И., Кузнецов М. В.; патентообладатель Частное учреждение образовательная организация высшего образования медицинский университет «Реавиз». – Бюл. № 3. – 16 с.

64. Патент № 2766675 Российская Федерация, МПК А61С 7/36, А61В 6/03. Способ расширения верхней челюсти у пациентов с сужением верхней челюсти и ортодонтический аппарат для его реализации : № 2021109683 : заявл. 08.04.2021 : опубл. 15.03.2022 / Арсенина О. И., Попова Н. В., Попова А. В. [и др.] ; патентообладатель ФГБУ НМИЦ «Центральный научноисследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России. – Бюл. № 8. – 25 с.

65. Патент № 2778963 Российская Федерация, МПК А61В 6/00. Способ объединения изображений компьютерной томографии (Dicom-файла) с интраоральным сканом альвеолярного гребня челюсти (STL-файла) при адентии для проектирования хирургического навигационного шаблона : № 2021125810 : завл. 31.08.2021 : опубл. 29.08.2022 / Буланов С.И., Буров А.И., Меленберг Т.В. [и др.] ; патентообладатель ЧУОО ВО Медицинский университет «Реавиз». – Бюл. № 25. – 9 с.

66. Патент № 2784593 Российская федерация, МПК А61С 8/00, А61В 17/24, А61В 10/04. Способ навигационной трепан-биопсии челюстных костей : № 2021102160 : заяв. 01.02.2021 : опубл. 28.11.2022 / Эктов П. В., Панин А. М., Лежнев Д.А. [и др.] ; патентообладатель ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, ООО «Лаборатория фундаментальной и клинической медицины». – Бюл. № 34. – 22 с.

67. Патент № 2788356 Российская Федерация, МПК А61В 17/00. Способ формирования стабильной мягкотканной буферной зоны при отсроченной установке формирователя десневой манжеты с использованием хирургического навигационного шаблона : № 2022115291 : заяв. 06.06.2022 : опубл. 17.01.2023 / Буланов С. И., Софронов М. В., Кузнецов М. В., Лысов Д. Н., Воронцов В. Л. ; патентообладатель Частное учреждение образовательная организация высшего образования медицинский университет «Реавиз». – Бюл. № 2. – 14 с.

68. Патент № 2794833 Российская Федерация, МПК А61С 8/00, А61В 6/14. Способ фиксации рентгеноконтрастных маркеров при адентии для проектирования хирургического навигационного шаблона : № 2022123367 : заяв. 01.09.2022. : опубл. 25.04.2023 / Красиков А. В., Буланов С.И., Сафронов М. В. [и др.] ; патентообладатель Частное учреждение образовательная организация высшего образования медицинский университет «Реавиз». – Бюл. № 12. – 11 с.

69. Патент № 2794845 Российская Федерация, МПК А61С 8/00. Способ виртуального моделирования навигационного хирургического шаблона для редукции альвеолярного отростка : № 202214459 : заяв. 15.09.2022 : опубл. 25.04.2023 / Буланов С. И., Софронов М. В., Кузнецов М. В. [и др.] ; патентообладатель Частное учреждение образовательная организация высшего образования медицинский университет «Реавиз». – Бюл. № 12. – 18 с.

70. Патент № 2803390 Российская Федерация, МПК А61С 8/00, А61В 17/56, А61В 6/03, G16Н 20/40. Способ расщепления альвеолярной кости для проведения дентальной имплантации : № 2022129236 : заяв. 20.22.2022. : опубл. 12.09.2023 / Гривков А. С.; патентообладатель ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого». – Бюл. № 26. – 12 с.

71. Персонификация местного обезболивания в стоматологии: клиникоанатомический опыт / Ю. Л. Васильев, С. А. Рабинович, Е. Ю. Дьячкова [и др.] // Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии : материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.А. Малышева (23–24 ноября 2022 года, г. Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург, 2022. – С. 33–37.

72. Подглазничное отверстие: систематический обзор и мета-анализ / У. Б. Бекаева, А. Р. Мустафаев, С. А. Кутя [и др.] // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2023. – Т. 13. – № 2. – С. 57–70. – DOI: 10.29039/2224-6444-2023-13-2-57-70.

73. Пневмоцеле верхнечелюстной пазухи / Н. А. Саврасова, Ю. М. Мельниченко, С. Л. Кабак [и др.] // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2022. – № 103 (13). – С. 55–61. – DOI: 10.20862/0042-4676-2022-103-1-3-55-61.

74. Применение технологии 3D-печати в медицине / О. А. Нагибович, Д. В. Свистов, С. А. Пелешок [и др.] // Клиническая патофизиология. – 2017. – Т. 23. – № 3. – С. 14–22.

75. Применение цифровых технологий в клинической пародонтологии: комплексное обследование пациентов с заболеваниями пародонта / Е. Н. Светлакова, А. В. Легких, П. М. Нерсисян [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2024. – Т. 20. – № 4. – С. 113–120. – DOI 10.18481/2077-7566-2024-20-4-113-120.

76. Протокол анализа конусно-лучевой компьютерной томографии у больных с краниомандибулярной дисфункцией / Е. А. Булычева, А. А. Мамедов, А. М. Дыбов [и др.] // Стоматология. – 2020. – Т. 99. – № 6. – С. 94–100. – DOI: 10.17116/stomat20209906194.

77. Рентгеноконтрастные шаблоны для определения минеральной плотности кости по данным конусно-лучевой и мультиспиральной компьютерной томографии / Ш. Д. Хоссаин, А. В. Петрайкин, А. А. Мураев [и др.] // Digital Diagnostics. – 2023. – Т. 4. – № 3. – С. 292–305. – DOI: 10.17816/DD501771.

78. Роль микрофокусной рентгенографии при дентальной имплантации / Д. И. Кабисов, Г. А. Гребнев, И. С. Железняк [и др.] // Институт стоматологии. – 2022. – № 1 (94). – С. 50–51.

79. Седов, Ю. Г. Роль конусно-лучевой компьютерной томографии в оценке анатомических факторов риска при планировании хирургического этапа дентальной имплантации : специальность 14.01.14 : дис. ... канд. мед. наук / Седов Юрий Георгиевич. – Москва, 2020. – 123 с.

80. Сманалиев, М. Д. 3-d планирование – "золотой стандарт" диагностики дентальной имплантации / М. Д. Сманалиев, Д. Д. Сманалиева, И. А. Мавледов // Научные исследования в Кыргызской Республике. – 2018. – № 1. – С. 23–30.

81. Смольянинова, Е. Ю. Сравнение вне- и внутриротовых сканеров / Е. Ю. Смольянинова, Д. Р. Бикмуллина, А. А. Яковенко // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2022. – Т. 12. – № 7. – С. 174.

82. Сравнение прецизионности цифровых и традиционных оттисков при изготовлении одиночной коронки с опорой на имплант / М. А. Мурашов, Я. А. Ваганова, А. А. Журина [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2025. – Т. 21. – № 3. – С. 189–194. – DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-3-189-194.

83. Строение и положение крылонебного ганглия в крыловидно-небной ямке взрослого человека / А. С. Прокофьев, С. В. Ключкова, Е. А. Макеева [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2025. – Т. 14. – № 1. – С. 66–73. – DOI: 10.18499/2225-7357-2025-14-1-66-73.

84. Топография канала нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / Н. В. Журавлева, С. Л. Кабак, Ю. М. Мельниченко [и др.] // Современная стоматология. – 2018. – № 3 (72). – С. 52–57.

85. Топография сосудистого анастомоза в стенке верхнечелюстной пазухи по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / Р. С. Мехтиев, Ю. М. Мельниченко, С. Л. Кабак [и др.] // Стоматология. – 2022. – Т. 101. – № 1. – С. 60–65. – DOI: 10.17116/stomat202210101160.

86. Хабиров, Э. К. Проблемы и вызовы, стоящие перед интраоральным сканированием в стоматологии / Э. К. Хабиров, Н. Р. Салеев // Стоматология – наука и практика, перспективы развития : материалы Международной научнопрактической конференции, посвященной 90-летию Волгоградского государственного медицинского университета (23 октября 2025 года, г. Волгоград). – Волгоград, 2025. – С. 233–237.

87. Чахов, А. А. Клинико-физиологическое обоснование эффективности местной анестезии в челюстно-лицевой области с учетом анатомотопографической вариабельности : специальность 3.1.7 : дис. ... д-ра мед. наук / Чахов Александр Александрович. – Уфа, 2021. – 286 с.

88. Чибисова, М. А. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии на этапах ортопедического лечения / М. А. Чибисова, О. Г. Прохвятилов, Н. М. Батюков // Институт стоматологии. – 2020. – № 1 (86). – С. 34–36.

89. Шайымбетова, А. Р. Сравнительная характеристика эффективности лечения хронического деструктивного апикального периодонтита с применением нано раствора золота / А. Р. Шайымбетова, И. М. Юлдашев, С. К. Сулайманкулова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 7. – С. 99–102.

90. Шмонова, Е. Д. Осложнения дентальной имплантации и частота их возникновения при использовании навигационного хирургического шаблона и без него // Материалы итоговой конференции Военно-научного общества курсантов, студентов и слушателей Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова (17 апреля 2024 года, г. Санкт-Петербург). – Санкт-Петербург, 2024. – С. 726–731.

91. Эртесян, А. Р. Обзор технологий 3D-печати в стоматологии / А. Р. Эртесян, М. И. Садыков, А. М. Нестеров // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2020. – Т. 22. – № . 10. – С. 15–18. – DOI: 10.26787/nydha-26866838-2020-22-10-15-18.

92. Эртесян, А. Р. Влияние направления 3D-печати на точность изготовления полных съемных пластиночных протезов с использованием технологии стереолитографии / А. Р. Эртесян, М. И. Садыков, А. М. Нестеров // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1 (103). – С. 66–72. – DOI: 10.23670/IRJ.2021.103.1.066.

93. A review of 3D printing in dentistry: Technologies, affecting factors, and applications / Yueyi Tian, Chun Xu Chen, Xiaotong Xu [et al.] // Scanning. – 2021. – V. 2021. – P. 1–19. – DOI: 10.1155/2021/9950131.

94. A review on Vat Photopolymerization 3D-printing processes for dental application / L. Andjela, M. A. Vaniev, N. V. Sidorenko [et al.] // Dental materials. – 2022. – Т. 38. – № 11. – P. e284–e296. – DOI: 10.1016/j.dental.2022.09.005.

95. Accessory infraorbital foramen location using cone-beam computed tomography / D. An, C. Vorakulpipat, S. Ngamsom [et al.] // Journal of Dental

Anesthesia and Pain Medicine. – 2023. – Vol. 23. – № 5. – P. 257–264. – DOI: 10.17245/jdapm.2023.23.5.257.

96. Anatomic Study of Accessory Infraorbital Nerves and Foramina: Application for a Better Understanding of Complications of Le Fort Fractures and Osteotomy / J. Iwanaga, S. Kikuta, J. Kusukawa [et al.] // J Oral Maxillofac Surg. – 2020. – Vol. 78. – № 5. – P. 717–723. – DOI: 10.1016/j.joms.2020.01.004.

97. Anatomy of Infraorbital Foramen: Influence of Sex, Side, and Cranium Size / D. Gibelli, A. Borlando, L. Barni [et al.] // J Craniofac Surg. – 2019. – Vol. 30. – № 4. – P. 1284–1288. – DOI: 10.1097/SCS.00000000000005254.

98. Antropometric analysis of facial foramina in Korean population: threedimensional computed tomographic study / Jung-Soo Lim, Kyung-Hee Min, Jong-Hun Lee [et al.] // Arch Craniofac Surg. – 2016. – Vol. 17. – № 1. – P. 9–13. – DOI: 10.7181/acfs.2016.17.1.9.

99. Assessment of infraorbital foramen position using computed tomographyscan in a cohort of Cameroonian adults: landmarks in facial surgery and anesthesiology / A. Désiré, M. Ebogo, M. Amougou [et al.] // Pan Afr Med J. – 2023. – № 45. – P. 134. – DOI: 10.11604/pamj.2023.45.134.37733.

100. Atlantoaxial subluxation in the pediatric patient: Case series and literature review / C. A. Mazzola, C. Christie, I. A. Snee [et al.] // J Neurosci Neurol Disord. – 2020. – Vol. 4 – P. 069–074. – DOI: 10.29328/journal.jnnd.1001037.

101. Çelebi, A. Evaluation of accessory mental foramen and accessory infraorbital foramen with cone-beam computed tomography in Turkish population / A. Çelebi, B. Gülsün // Aust Endod J. – 2023. – Vol. 49. – № 1. – P. 13–19. – DOI: 10.1111/aej.12693.

102. Computed Tomography Analysis of the Feline Infraorbital Foramen and Canal / L. V. Davis, N. K. Hoyer, P. Boscan [et al.] // Front Vet Sci. – 2021. – № 7. – P. 619248. – DOI: 10.3389/fvets.2020.619248.

103. Computed tomography evaluation of the morphometry and variations of the infraorbital canal relating to endoscopic surgery / G. Acar, K. E. Ozen, I. Guler [et al.] // Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. – 2018. – Vol. 84. – № 6. – P. 713–721. – DOI: 10.1016/j.bjorl.2017.08.009.

104. Intraoperative Use of Cone-Beam Computed Tomography in the Treatment of Atlantoaxial Rotatory Subluxation / H. Maes, A. Janssen, S. De Muynck [et al.] // *World Neurosurg.* – 2020. – № 140. – P. 76–78. – DOI: 10.1016/j.wneu.2020.05.024.

105. Krayem, M. Cone beam computed tomography for primary investigation of wrist trauma provides a new map of fractures of carpal bones / M. Krayem, C. W. Lensing, L. Fornander // *J Hand Surg Eur Vol.* – 2021. – Vol. 46. – № 6. – P. 621–625. – DOI: 10.1177/17531934211001730.

106. Location of the accessory infraorbital foramen with reference to external landmarks and its clinical implications / Kang-Jae Shin, Shin-Hyo Lee, Min-Gyu Park [et al.] // *Scientific Reports.* – 2020. – Vol. 10. – P. 8566. – DOI: 10.1038/s41598-020-65330-4.

107. Management of Infraorbital Rim Fracture Through Intraoral Approach / S. K. Thumu, N. Vura, R. Gaddipati [et al.] // *J Maxillofac Oral Surg.* – 2022. – Vol. 21. – № 3. – P. 911–915. – DOI: 10.1007/s12663-021-01566-5.

108. Materials and applications of 3D printing technology in dentistry: an overview / M. Jeong, K. Radomski, D. Lopez [et al.] // *Dentistry journal.* – 2023. – V. 12. – № 1. – P. 1. – DOI: 10.3390/dj12010001.

109. Morphometric analysis of the infraorbital groove, canal, and foramen on three-dimensional reconstruction of computed tomography scans / S. H. Hwang, S. W. Kim, C. S. Park [et al.] // *Surg Radiol Anat.* – 2013. – Vol. 35. – № 7. – P. 565–571. – DOI: 10.1007/s00276-013-1077-5.

110. Morphometric Study on the infraorbital foramen in relation to sex and side of the cranium in northeastern Brazil / L. C. S. Cisneiros de Oliveira, M. P. M. Silveira, Erasmo de Almeida Júnior [et al.] // *Anat Cell Biol.* – 2016. – Vol. 49. – № 1. – P. 73–77. – DOI: 10.5115/abc.2016.49.1.73.

111. Positional Variation of the Infraorbital Foramen in Caucasians and Black Africans from Britain: Surgical Relevance and Comparison to the Existing Literature / R. Aseem, Y. Scantling-Birch, H. Naveed [et al.] // *J Craniofac Surg.* – 2021. – Vol. 32. – № 3. – P. 1162–1165. – DOI: 10.1097/SCS.00000000000007014.

112. Recent advances in additive manufacturing of patient-specific devices for dental and maxillofacial rehabilitation / M. Kouhi, Isaac J de Souza Araújo, F. Asa'ad

[et al.] // *Dental Materials*. – 2024. – T. 40. – № 4. – P. 700–715. – DOI: 10.1016/j.dental.2024.02.006.

113. Reliability of cephalograms derived of cone beam computed tomography versus lateral cephalograms to estimate cervical vertebrae maturity in a Peruvian population: A retrospective study / G. Echevarría-Sánchez, L. E. Arriola-Guillén, V. Malpartida-Carrillo [et al.] // *Int Orthod*. – 2020. – Vol. 18. – № 2. – P. 258–265. – DOI: 10.1016/j.ortho.2020.01.001.

114. Rusu, M. C. Transantral intraseptal sinuous canal / M. C. Rusu, C. Bichir, A. D. Vrapciu // *Folia Morphol (Warsz)*. – 2022. – Vol. 81. – № 1. – P. 234–236. – DOI: 10.5603/FM.a2021.0001.

115. Safe zones of the maxillary alveolar bone in Down syndrome for orthodontic miniscrew placement assessed with cone-beam computed tomography / J. L. Posse, M. T. Abeleira Pazos, M. F. Casado [et al.] // *Sci Rep*. – 2019. – Vol. 9. – № 1. – P. 12996. – DOI: 10.1038/s41598-019-49345-0.

116. Sexual dimorphism and infraorbital foramen: a computerized tomographyscan study in a cohort of Senegalese population / M. Ebogo, K. Mouhammad, A. Ndiaye [et al.] // *Minerva Dent Oral Sci*. – 2021. – Vol. 70. – № 5. – P. 184–189. – DOI: 10.23736/S2724-6329.20.04414-3.

117. Singh, R. Morphometric analysis of infraorbital foramen in India dry skulls // *Anat Cell Biol*. – 2011. – Vol. 44. – № 1. – P. 79–83. – DOI: 10.5115/abc.2011.44.1.79.

118. Study of Infraorbital Foramen Using 3-Dimensional Facial bone computed tomography scans / J. H. Hong, H. J. Kim, J. H. Hong [et al.] // *Pain physician*. – 2022. – Vol. 25. – № 1. – P. E127–E132.

119. Suntirumjairucksa, J. Localization of infraorbital foramen and accessory infraorbital foramen with reference to facial bony landmarks: predictive method and its accuracy / J. Suntirumjairucksa, V. Chentanez // *Anat Cell Biol*. – 2022. – Vol. 55. – № 1. – P. 55–62. – DOI: 10.5115/acb.21.208.

120. The Infraorbital Foramen in a Sample of the lebaneses population: A Radiographic study / S. Sokhn, Ronald Challita, Anthony Challita [et al.] // *Cureus*. – 2019. – Vol. 11. – № 12. – P. e6381. – DOI: 10.7759/cureus.6381.

121. The location of the infraorbital foramen in human skulls, to be used as new antropometric landmarks as a useful method for maxillofacial surgery / A. Prygocka, M. Podgorski, K. Jedrzejewski [et al.] // *Folia Morpol (Warsz)*. – 2012. – Vol. 71. – № 3. – P. 198–204.

122. The Morphology of the Infraorbital Nerve and Foramen in the Presence of an Accessory Infraorbital Foramen / C. L. Polo, A. Z. Abdelkarim, T. von Arx [et al.] // *Journal of Craniofacial Surgery*. – 2019. – Vol. 30. – № 1. – P. 244–253. – DOI: 10.1097/SCS.0000000000004889.

123. The relative location of the supraorbital, infraorbital, and mental foramina: A cadaveric study / K. M. Hester, O. B. Rahimi, C. L. Fry [et al.] // *J Anatomy*. – 2021. – Vol. 239. – № 4. – P. 782–787. – DOI: 10.1111/joa.13482.

124. Topography of the infraorbital foramen in human skulls originating from different time periods / A. Gawlikowska-Sroka, Ł. Stocki, J. Szczurowski [et al.] // *Folia Morphol*. – 2023. – Vol. 82. – № 4. – P. 875–884. – DOI: 10.5603/fm.97440.

125. Tuncer, F. B. Anatomical Location of the Infraorbital Foramen in Infant Dry Skulls: Implications for Cleft Surgery / F. B. Tuncer, D. Jacob, F. Papay // *J Craniofac Surg*. – 2019. – Vol. 30. – № 7. – P. e623–e626. – DOI: 10.1097/SCS.0000000000005709.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Рисунок 1. Иннервация передней поверхности тела верхней челюсти подглазничным нервом и его ветвями при выходе из подглазничного отверстия	22
Таблица 1. Виды фотополимерных смол, свойства и область применения в различных сферах медицинской и инженерной деятельности	43
Таблица 2. Виды фотополимерных смол, применяемых в стоматологической практике, их назначение и представители	43
Рисунок 2. Дизайн исследования	47
Таблица 3. Распределение данных конусно-лучевой компьютерной томографии пациентов по результатам ретроспективного анализа по возрастному и гендерному признаку	48
Рисунок 3. Определение морфометрических параметров подглазничного отверстия справа на сагитальном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы	49
Рисунок 4. Определение морфометрических параметров подглазничного отверстия слева на сагитальном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы	49
Рисунок 5. Измерение расстояния от нижнего края глазницы до середины подглазничного отверстия на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы	49
Рисунок 6. Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы	50
Рисунок 7. Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до носовой апертуры верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы	50

Рисунок 8. Измерение расстояния от нижнего края глазницы до середины подглазничного отверстия на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы сухого человеческого черепа	51
Рисунок 9. Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы	51
Рисунок 10. Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до носовой апертуры верхней челюсти на коронарном реформате конусно-лучевой компьютерной томограммы сухого человеческого черепа	51
Рисунок 11. Измерение расстояния от нижнего края глазницы до центра подглазничного отверстия на сухом человеческом черепе	53
Рисунок 12. Измерение расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти на сухом человеческом черепе	53
Рисунок 13. Сухой человеческий череп с определением и измерением поперечного и продольного диаметра подглазничного отверстия и определения его формы	54
Рисунок 14. Измерением расстояния от центра подглазничного отверстия до носовой опертуры на сухом человеческом черепе	54
Рисунок 15. Нанесение композитных маркеров на небный отросток верхней челюсти для прецизионного совмещения сканов и реформатов конусно-лучевой компьютерной томографии сухого человеческого черепа	55
Рисунок 16. Вид скана верхней челюсти, переведенного в STL-файл	56
Рисунок 17. Цифровое планирование основных конструктивных элементов индивидуального навигационного шаблона для выполнение местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия и экспериментальной отработки позиционирования иглы при выполнении инфраорбитальной анестезии	57
Рисунок 18. Совмещение STL-файлов результатов конусно-лучевой компьютерной томографии и сканов верхней челюсти сухого макета черепа человека в программном обеспечении «RealGuide5»	57

Рисунок 19. Стереолитографический макет человеческого черепа	58
Таблица 4. Характеристики фотополимерной смолы, механические свойства и специальные параметры материала, из которого изготавливается индивидуальный навигационный шаблон для проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия	59
Рисунок 20. Стереолитографический индивидуальный навигационный шаблон для проведения местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия с поддержками после 3D-печати на 3D-принтере без фотополимеризационной засветки	60
Таблица 5. Распределение пациентов для клинического исследования по возрастному и гендерному признаку	62
Таблица 6. Распределение пациентов на группы исследования и гендерному признаку	62
Рисунок 21. Распространенность различных форм подглазничного отверстия по данным ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм	66
Рисунок 22. Анализ распространенности вариабельности форм подглазничного отверстия среди мужского и женского пола по результатам ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм	67
Таблица 7. Анализ распространенности различных форм подглазничного отверстия среди лиц мужского и женского пола с правой и левой стороны (n, %)	67
Таблица 8. Значения продольного и поперечного диаметра подглазничного отверстия с правой и левой стороны на основании ретроспективного анализа конусно-лучевых компьютерных томограмм среди лиц мужского и женского пола (n = 160) (мм)	68
Таблица 9. Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия с правой стороны	69

Таблица 10. Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с левого стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия ...	69
Таблица 11. Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия	70
Таблица 12. Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия с левой стороны (мм) в зависимости от формы подглазничного отверстия	70
Таблица 13. Анализ анатомо-топографических показателей периинфраорбитальной области среди лиц мужского и женского пола на основании данных ретроспективного исследования конусно-лучевой компьютерной томографии	71
Таблица 14. Анализ измерения показателей периинфраорбитальной области у лиц мужского и женского пола по данным конусно-лучевой компьютерной томографии	72
Таблица 15. Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны в зависимости от пола, $M \pm SD$ (мм)	74
Таблица 16. Анализ продольного диаметра подглазничного отверстия с левой стороны в зависимости от пола, $M \pm SD$ (мм)	75
Таблица 17. Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия с правой стороны (мм)	75
Таблица 18. Анализ поперечного диаметра подглазничного отверстия слева (мм)	75
Рисунок 23. Анализ формы подглазничного отверстия сухих человеческих черепов мужского и женского пола с правой стороны передней поверхности тела верхней челюсти	76
Рисунок 24. Анализ формы подглазничного отверстия сухих человеческих черепов мужского и женского пола с левой стороны передней поверхности тела верхней челюсти	77
Таблица 19. Краниометрические параметры периинфраорбитальной области передней поверхности тела верхней челюсти сухих человеческих черепов	78

Таблица 20. Краниометрические параметры периинфраорбитальной области передней поверхности тела верхней челюсти сухих человеческих черепов в зависимости от пола	78
Рисунок 25. Сагиттальный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии с обозначаем осей x, y, z	80
Рисунок 26. Сагиттальный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии с определением нижнего края подглазничного отверстия точкой A	80
Рисунок 27. На сагиттальном срезе спускаемся по оси Z на 10 мм ниже	80
Рисунок 28. Определение точки A1 на сагиттальном реформате конусно-лучевой компьютерной томографии	81
Рисунок 29. На сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томографии определяем точку A ₂	81
Формула 1. Расчет координаты точки A2(Y) введения местного анестетика	81
Формула 2. Расчет координаты точки A1 введения местного анестетика	81
Рисунок 30. На сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томографии строим прямоугольный треугольник AA ₁ A ₂	82
Формула 3. Расчет индивидуального угла введения инъекционной иглы в зону целевого пункта	82
Рисунок 31. Построение на сагиттальном срезе конусно-лучевой компьютерной томографии равнобедренного треугольника с $\angle \alpha$ и $\angle \alpha_1$	83
Формула 4. Расчет угла конвергенции между телом и альвеолярном отростком верхней челюсти	83
Рисунок 32. Математическая модель индивидуального угла введения инъекционной иглы в область подглазничного отверстия $\angle A_2AA_1$	84
Формула 5. Регрессивное уравнение	86
Таблица 21. Анализ значений угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка к телу верхней челюсти и угла индивидуального введения инъекционной иглы в зону целевого пункта расположения подглазничного отверстия среди мужчин и женщин (в градусах)	87

Таблица 22. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка и индивидуального угла введения иглы карпульного инъектора с правой стороны в градусах	87
Рисунок 33. График корреляционной взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции альвеолярного отростка по отношению к телу верхней челюсти ($\angle A_2AA_1$) и значениями индивидуального угла введения инъекционной иглы в зону подглазничного ($\angle \alpha$) отверстия справа	88
Таблица 23. Анализ угла индивидуальной конвергенции ($\angle A_2AA_1$) с правой стороны в зависимости от пола	88
Таблица 24. Анализ угла индивидуальной конвергенции ($\angle A_2AA_1$) с левой стороны в зависимости от пола	88
Таблица 25. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла справа и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм)	89
Таблица 26. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла слева и расстояния от центра подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти с левого стороны (мм)	89
Формула 6. Уравнение парной линейной регрессии 1	89
Таблица 27. Анализ значений угла индивидуальной конвергенции и индивидуального угла с правой и с левой стороны при изучении сагиттальных срезов конусно-лучевой компьютерной томографии в зависимости от пола по результатам измерений сухих человеческих черепов	91
Таблица 28. Анализ значений угла индивидуальной конвергенции и индивидуального угла с правой и с левой стороны при изучении сагиттальных срезов конусно-лучевой компьютерной томографии сухих человеческих черепов ($n = 30$)	91
Таблица 29. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции слева и расстояния от центра	

подглазничного отверстия до основания альвеолярного отростка верхней челюсти (мм)	92
Таблица 30. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи угла индивидуальной конвергенции и индивидуального угла введения слева	92
Формула 7. Уравнение парной линейной регрессии 2	93
Рисунок 34. График регрессионной функции, характеризующий зависимость индивидуального угла введения от угла индивидуальной конвергенции с левой стороны передней поверхности тела верхней челюсти	93
Формула 8. Уравнение парной линейной регрессии 3	94
Рисунок 35. «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид спереди	96
Рисунок 36. «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид сзади	96
Рисунок 37. Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид спереди	96
Рисунок 38. Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид сверху	97
Рисунок 39. Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид снизу окклюзионной поверхности каппы, жестко соединенная с каппой	97
Рисунок 40. Макетный образец «Навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия» вид справа	98
Таблица 31. Параметры основных элементов индивидуального изделия медицинского назначения «Навигационный шаблон для введения анестетика в область подглазничного отверстия»	99
Рисунок 41. Коронарный реформат конусно-лучевой компьютерной томографии сухого человеческого черепа	101
Рисунок 42. Процесс загрузки DICOM-файла конусно-лучевой компьютерной томографии макета сухого черепа человека в программу планирования ...	101
Рисунок 43. Нахождение проекции подглазничного отверстия и измерение значений угла введения анестетика в область подглазничного отверстия	102

Рисунок 44. STL-файл цифрового скана альвеолярного отростка верхней челюсти	102
Рисунок 45. Совмещение DICOM-файла конусно-лучевой компьютерной томографии и STL-файла скана кости сухого человеческого черепа для планирования и прецизионности цифрового скана альвеолярного отростка верхней челюсти DICOM	103
Рисунок 46. Процесс совмещения DICOM -файла конусно-лучевой компьютерной томографии макета сухого черепа человека с STL-файлом альвеолярного отростка верхней челюсти по композитным точкам для обеспечения прецизионности шаблона на челюсти	103
Рисунок 47. Создание 3D-дизайна индивидуального навигационного шаблона для выполнения анестезии в области подглазничного отверстия при помощи программного обеспечения	104
Рисунок 48. Стереолитографический 3D-шаблон с поддержками после 3D-печати на 3D-принтере	105
Рисунок 49. Вид индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия на макете сухого черепа человека (лабораторный этап)	106
Рисунок 50. Позиционирование и проверка точности припасовки и фиксации на стереолитографической модели человеческого черепа для совмещения точности индивидуального угла вкола инъекционной иглы в зону целевого пункта.....	106
Рисунок 51. Вид индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия в полости рта пациента (клинический этап)	106
Таблица 32. Анализ времени и объема использованного местного анестетика при выполнении местного проводникового обезболивания в области подглазничного отверстия при операции резекции верхушки корня зуба с использованием индивидуального навигационного шаблона и без его применения	108

Таблица 33. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи объема введенного препарата и возраста	109
Таблица 34. Анализ объема введенного препарата в зависимости от пола при выполнении цистэктомии с проведением инфраорбитальной анестезии с использованием шаблона и без него	109
Формула 9. Расчет объема местного анестетика при местном проводниковом обезболивании в области подглазничного отверстия	109
Таблица 35. Результаты корреляционного анализа взаимосвязи времени наступления инфраорбитальной анестезии и объема введенного местного анестетика при инфраорбитальной анестезии независимо от применения индивидуального навигационного шаблона	110
Таблица 36. Анализ осложнений, возникающих при выполнении местного проводникового обезбоживания в области подглазничного отверстия с применением индивидуального навигационного шаблона и без его использования у больных с хроническим апикальным периодонтитом, которым потребовалось выполнение зубосохраняющей операции резекция верхушки корня зуба	111
Рисунок 52. Конусно-лучевая компьютерная томография пациентки А., 48 лет	112
Рисунок 53. Изготовление гипсовой модели верхней челюсти пациентки А., 48 лет	114
Рисунок 54. 3D-модель верхней челюсти пациентки А., 48 лет в формате STL	115
Рисунок 55. Замер угла индивидуальной конвергенции и угла индивидуального введения иглы пациента	115
Рисунок 56. Моделирование индивидуального навигационного шаблона для введения анестетика в область подглазничного отверстия	116
Рисунок 57. Навигационный индивидуальный шаблон пациентки А., 48 лет ...	118
Рисунок 58. Навигационный шаблон в полости рта	119
Рисунок 59. Карпульный шприц для проведения местного обезбоживания	120

Рисунок 60. Выполнение разреза в полости рта с применением навигационного шаблона	120
Рисунок 61. Создание доступа через слизистую оболочку полости рта	121
Рисунок 62. Материал для пломбирования верхушки корня зуба	121
Рисунок 63. Пломбирование канала корня резецированного зуба 13 и ушивание слизисто-надкостничного лоскута	122

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Свидетельство о государственной регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2024622929

**Вариабельность количества и особенность формы
подглазничного отверстия по данным конусно-лучевой
компьютерной томографии**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования "Кубанский
государственный медицинский университет" Министерства
здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО "КубГМУ"
Минздрава России) (RU)*

Авторы: *Коблов Дмитрий Александрович (RU), Лапина Наталья
Викторовна (RU), Овчаренко Евгения Сергеевна (RU),
Белоглядова Ирина Александровна (RU)*

Заявка № 2024622613

Дата поступления 25 июня 2024 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 03 июля 2024 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

Приложение Б

Патенты на изобретения

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2812239

**Способ доступа к верхушке корня зуба фронтального
отдела верхней челюсти**

Патентообладатели: **Коблов Дмитрий Александрович (RU),
Лапина Наталья Викторовна (RU), Овчаренко Евгения
Сергеевна (RU), Лукина Екатерина Олеговна (RU)**

Авторы: **Коблов Дмитрий Александрович (RU), Лапина
Наталья Викторовна (RU), Овчаренко Евгения Сергеевна
(RU), Лукина Екатерина Олеговна (RU)**

Заявка № 2023112489

Приоритет изобретения 11 мая 2023 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 25 января 2024 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 11 мая 2043 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 232311

**Навигационный шаблон для введения анестетика в
область подглазничного отверстия**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Кубанский государственный медицинский университет"
Министерства здравоохранения Российской Федерации (RU)*

Авторы: *Коблов Дмитрий Александрович (RU), Лапина
Наталья Викторовна (RU), Лапин Вадим Вадимович (RU),
Овчаренко Евгения Сергеевна (RU), Карташевский Игорь
Игоревич (RU)*

Заявка № 2024136331

Приоритет полезной модели 04 декабря 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 06 марта 2025 г.

Срок действия исключительного права
на полезную модель истекает 04 декабря 2034 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2834645Способ введения анестетика в область подглазничного
отверстия

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Кубанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО КубГМУ МЗ РФ) (RU)*

Авторы: *Коблов Дмитрий Александрович (RU), Гуленко Ольга Владимировна (RU), Лапина Наталья Викторовна (RU), Лапин Вадим Вадимович (RU), Овчаренко Евгения Сергеевна (RU)*

Заявка № 2024112921

Приоритет изобретения 13 мая 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 11 февраля 2025 г.Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 13 мая 2044 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2839293

**Способ моделирования направления введения
анестетика при инфраорбитальной анестезии**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Кубанский государственный медицинский университет"
Министерства Здравоохранения Российской Федерации (RU)*

Авторы: *Коблов Дмитрий Александрович (RU), Гуленко Ольга
Владимировна (RU), Лапина Наталья Викторовна (RU),
Лапин Вадим Вадимович (RU), Овчаренко Евгения Сергеевна
(RU), Карташевский Игорь Игоревич (RU)*

Заявка № 2024123196

Приоритет изобретения 13 августа 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 29 апреля 2025 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 13 августа 2044 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



Приложение В

Акты внедрения

УТВЕРЖДАЮ
Главный врач
Клиники ФГБОУ ВО КубГМУ
Минздрава России
А.В. Лукина
«13» марта 2026 г.



АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ моделирования направления введения анестетика при инфраорбитальной анестезии.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу способа планирования инфраорбитальной анестезии на основе конусно-лучевой компьютерной томографии и программы «3Diagnosys», включающего определение на сагиттальном срезе точки пересечения сагиттальной, аксиальной и коронарной плоскостей на нижнем крае подглазничного отверстия, последующее вертикальное смещение на 10–12 мм вниз по передней поверхности верхней челюсти, измерение расстояния от полученной точки до костной ткани по аксиальной оси, построение угла вкола иглы, а также поворот полученного треугольника для определения точки введения на альвеолярном отростке, позволило снизить риск травмирования твёрдых и мягких тканей, повысить безопасность анестезии и исключить повреждение нервов и сосудов за счёт учёта индивидуальной анатомии пациента.

Заместитель главного врача
по стоматологической помощи Клиники



О.В. Байбакова

Автор предложения



Д.А. Коблов

УТВЕРЖДАЮ
Главный врач
Клиники ФГБОУ ВО КубГМУ
Минздрава России
А.В. Лукина
«В» март 2026 г.

АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Навигационный шаблон для введения анестетика в области подглазничного отверстия.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: кандидатская диссертация «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях»
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу стоматологического отделения полезной модели «Навигационного шаблона для введения анестетика в области подглазничного отверстия» показало, что использование назубной каппы на верхнюю челюсть с направляющей стойкой в области клыков и премоляров, имеющей отверстие, соосное пути введения иглы, позволяет упростить технику инъекции и снизить риск травмирования сосудисто-нервного пучка при выполнении инфраорбитальной анестезии.

Заместитель главного врача
по стоматологической помощи Клиники



О.В. Байбакова

Автор предложения



Д.А. Коблов

УТВЕРЖДАЮ
 Главный врач
 Клиники ФГБОУ ВО КубГМУ
 Минздрава России
 А.В. Лукина
 «13» _____ 2026 г.



АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ введения анестетика в область подглазничного отверстия.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу стоматологического отделения способа анестезии в области подглазничного отверстия с использованием индивидуального навигационного шаблона, изготавливаемого на основании данных трёхмерного сканирования челюстей и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) после совмещения изображений, определения расположения подглазничного отверстия и точки выведения анестетика на 1 см ниже отверстия параллельно средней линии лица, а также задаваемого хода иглы с обходом подглазничного нерва, позволило повысить эффективность местного обезболивания и снизить риск травмирования сосудов, нервов и мягких тканей с учётом индивидуальных анатомических параметров пациента.

Заместитель главного врача
 по стоматологической помощи Клиники

 О.В. Байбакова

Автор предложения



Д.А. Коблов

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: база данных «Вариабельность количества и особенности формы подглазничного отверстия по данным конусно-лучевой компьютерной томографии».
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: кандидатская диссертация «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях»
4. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
5. Дата использования предложения: с января 2026 года.
6. Эффективность внедрения:
Предложенная база данных позволяет получить доступ к данным и изучить варианты морфологии подглазничного отверстия с правой и левой стороны, его формы, вертикальных и горизонтальных размеров, наличие добавочных подглазничных отверстий, что имеет ключевое значение для персонализированного подхода при выполнении инфраорбитальной анестезии, дентальной имплантации и зубосохраняющих операциях во фронтальном отделе верхней челюсти, что позволяет повысить точность и безопасность медицинских манипуляций в амбулаторной стоматологии.

 О.В. Байбакова

Д.А. Коблов



УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

Клиники ФГБОУ ВО КубГМУ

Минздрава России

А.В. Лукина

2026 г.

АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ доступа к верхушке корня зуба фронтального отдела верхней челюсти.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу стоматологического отделения способа предоперационного планирования с использованием 3D-моделирования индивидуального навигационного шаблона – для подглазничной анестезии и костного доступа при резекции верхушки корня зуба, цистотомии и цистэктомии позволило повысить эффективность обезбоживания тканей зоны операции, обеспечить выключение болевой чувствительности большего объема тканей и снизить нагрузку местного анестетика на организм пациента.

Заместитель главного врача
по стоматологической помощи Клиники

О.В. Байбакова

Автор предложения

Д.А. Коблов



УТВЕРЖДАЮ

Главный врач

Клиники ФГБОУ ВО КубГМУ

Минздрава России

А.В. Лукина

2026 г.

АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ доступа к верхушке корня зуба фронтального отдела верхней челюсти.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу стоматологического отделения способа предоперационного планирования с использованием 3D-моделирования индивидуального навигационного шаблона – для подглазничной анестезии и костного доступа при резекции верхушки корня зуба, цистотомии и цистэктомии позволило повысить эффективность обезбоживания тканей зоны операции, обеспечить исключение болевой чувствительности большего объема тканей и снизить нагрузку местного анестетика на организм пациента.

Заместитель главного врача
по стоматологической помощи Клиники

О.В. Байбакова

Автор предложения

Д.А. Коблов

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ введения анестетика в область подглазничного отверстия.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу стоматологического отделения способа анестезии в области подглазничного отверстия с использованием индивидуального навигационного шаблона, изготавливаемого на основании данных трёхмерного сканирования челюстей и конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) после совмещения изображений, определения расположения подглазничного отверстия и точки вывода анестетика на 1 см ниже отверстия параллельно средней линии лица, а также задаваемого хода иглы с обходом подглазничного нерва, позволило повысить эффективность местного обезболивания и снизить риск травмирования сосудов, нервов и мягких тканей с учётом индивидуальных анатомических параметров пациента.

 О.В. Байбакова

[Signature]

Д.А. Коблов

УТВЕРЖДАЮ
 Главный врач
 ГБУЗ «Стоматологическая
 поликлиника №3»
 Минздрава Краснодарского края
 К.Э. Миносьян
 «16» февраля 2026 г.

АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ введения анестетика в область подглазничного отверстия.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:

Внедрён в практику способ анестезии в области подглазничного отверстия, основанный на использовании индивидуальных навигационных шаблонов, включающий: выполнение трёхмерного сканирования верхней и нижней челюстей пациента; загрузка полученных сканов и данных конусно-лучевой компьютерной томографии в компьютерную программу с последующим совмещением изображений до полного наложения друг на друга; определение на совмещённой модели точного расположения подглазничного отверстия на передней поверхности тела верхней челюсти; расчёт точки выведения анестетика на 1 см ниже подглазничного отверстия параллельно средней линии лица и моделирование безопасной траектории хода иглы карпульного шприца от точки введения до точки выведения с обязательным обходом подглазничного нерва; изготовление индивидуального навигационного шаблона и проведение анестезии с его использованием. В результате внедрения предложенного способа в практику повышена эффективность местного обезбоживания; снижен риск травмирования сосудов, нервов и мягких тканей в зоне анестезии; обеспечен учёт индивидуальных анатомических параметров пациента.

Заведующий хирургическим отделением
 стоматологической поликлиники

 Э.Г. Заников

Автор предложения



Д.А Коблов

УТВЕРЖДАЮ
 Главный врач
 ГБУЗ «Стоматологическая
 поликлиника №3»
 Минздрава Краснодарского края
 К.Э. Миносьян
 «16» *декабря* 2026 г.



АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ доступа к верхушке корня зуба фронтального отдела верхней челюсти.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрен в практику способ хирургического лечения в стоматологии хронического апикального периодонтита, включающий следующие этапы: компьютерное обследование патологического образования и топографического расположения подглазничного отверстия на передней поверхности тела верхней челюсти; создание виртуальных моделей в STL-формате и 3D-моделирование индивидуального навигационного шаблона для подглазничной анестезии с осевым направляющим каналом и с окном для создания костного доступа в проекции патологического очага; изготовление шаблонов, определение глубины введения иглы с помощью резинового стоппера; последовательное использование шаблона: сначала шаблон для анестезии; установка в полости рта, проведение иглы по направляющему каналу до упора стоппера, аспирационная проба, введение анестетика, затем после наступления обезболивания – разрез слизистой, откидывание лоскута с доступом в области проекции патологического очага.
Результаты внедрения подтвердили, что за счет предварительного планирования местного обезбоживания и оперативного вмешательства способ позволяет: повысить эффективность обезбоживания тканей зоны операции; обеспечить выключение болевой чувствительности большего объема тканей; снизить нагрузку местного анестетика на организм пациента.

Заведующий хирургическим отделением
 стоматологической поликлиники

Э.Г. Заников Э.Г. Заников

Автор предложения

Д.А. Коблов

Д.А. Коблов

УТВЕРЖДАЮ
 Главный врач
 ГБУЗ «Стоматологическая
 поликлиника №3»
 Минздрава Краснодарского края
 К.Э. Миносьян
 «16» февраля 2026 г.

АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Навигационный шаблон для введения анестетика в области подглазничного отверстия.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях»
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в практику амбулаторного стоматологического приема полезной модели «Навигационного шаблона для введения анестетика в области подглазничного отверстия» позволило: упростить введение раствора местного анестетика в область подглазничного отверстия за счет использования направляющего отверстия в стойке, соосного пути введения иглы; снизить риск травмирования сосудисто-нервного пучка благодаря точной фиксации каппы и ограничению отклонения иглы; повысить безопасность и эффективность анестезии при зубосохраняющих операциях и имплантации во фронтальном отделе верхней челюсти.

Заведующий хирургическим отделением
 стоматологической поликлиники

 Э.Г. Заников

Автор предложения



Д.А Коблов

УТВЕРЖДАЮ
 Главный врач
 ГБУЗ «Стоматологическая
 поликлиника №3»
 Минздрава Краснодарского края
 К.Э. Миносьян
 «16» февраля 2026 г.



АКТ

об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: база данных «Вариабельность количества и особенности формы подглазничного отверстия по данным конусно-лучевой компьютерной томографии».
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: кандидатская диссертация «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях»
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:
Внедрение в лечебную работу разработанной базы данных обеспечивает доступ к комплексной информации о морфологии подглазничного отверстия (справа и слева), включая его форму, вертикальные и горизонтальные размеры, а также наличие добавочных отверстий. Использование указанных данных имеет ключевое значение для реализации персонализированного подхода при проведении инфраорбитальной анестезии, дентальной имплантации и зубосохраняющих операций во фронтальном отделе верхней челюсти, что позволяет повысить точность и безопасность медицинских манипуляций в условиях амбулаторной стоматологии.

Заведующий хирургическим отделением
 стоматологической поликлиники

Э.Г. Заников

Автор предложения

Д.А Коблов

УТВЕРЖДАЮ
 Главный врач
 ГБУЗ «Стоматологическая
 поликлиника №3»
 Минздрава Краснодарского края
 К.Э. Миносьян
 «16» февраля 2026 г.



АКТ
 об использовании предложения в лечебном процессе

1. Наименование предложения: Способ моделирования направления введения анестетика при инфраорбитальной анестезии.
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях».
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
4. Дата использования предложения: с января 2026 года.
5. Эффективность внедрения:

Внедрён в практику способ персонализированного планирования инфраорбитальной анестезии с использованием конусно-лучевой компьютерной томографии и программы «3Diagnosys», включающий последовательные действия, позволяющие снизить риск травмирования твёрдых и мягких тканей пациента; повысить безопасность выполнения инфраорбитальной анестезии; исключить риск повреждения нервов и кровеносных сосудов за счёт учёта индивидуальных анатомических параметров пациента.

Заведующий хирургическим отделением
 стоматологической поликлиники

Автор предложения




Э.Г. Заников

Д.А Коблов



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава РФ

Т.В. Гайворонская

января 2026г

АКТ

об использовании предложения в учебном процессе

1. Наименование предложения: база данных «Вариабельность количества и особенности формы подглазничного отверстия по данным конусно-лучевой компьютерной томографии».
2. Наименование научно-исследовательской работы, в рамках которой разрешено предложение: кандидатская диссертация «Индивидуализированный подход к обезболиванию в области подглазничного отверстия с применением навигационного шаблона при зубосохраняющих операциях»
3. Исполнитель: аспирант кафедры стоматологии ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Коблов Дмитрий Александрович.
2. Дата использования предложения: с января 2026 года.
3. Эффективность внедрения:
Использование морфометрических и анатомо-топографических показателей предложенной электронной базы данных позволяет получить доступ к данным и изучить варианты морфологии подглазничного отверстия с правой и левой стороны, его формы, сагитальных и трансверзальных размеров, наличие добавочных подглазничных отверстий, при проведении занятий и лекций на кафедре стоматологии общей практики со студентами и клиническими ординаторами в рамках преподаваемой дисциплины позволит расширить и углубить знания в области хирургической стоматологии и освоить современные способы цифрового планирования местного проводникового обезбоживания на верхней челюсти.

Заведующий кафедрой стоматологии общей практики
 ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава РФ
 д.м.н., доцент

А.В. Арутюнов

Автор предложения

Д.А. Коблов