

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
И. М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

Дарауше Хади Маджед Соуд



**Клинико-анатомическое обоснование применения мануальной
навигационной системы при выполнении проводникового обезболивания
нижней челюсти**

3.3.1. Анатомия и антропология

3.1.7. Стоматология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Васильев Юрий Леонидович

Научный руководитель:

кандидат медицинских наук, доцент

Дьячкова Екатерина Юрьевна

Москва – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	18
1.1. Анатомические особенности строения крыловидно-нижнечелюстного пространства.....	18
1.2. Анатомические особенности строения нижней челюсти.....	21
1.3. Рентгенанатомические особенности строения нижней челюсти и крыловидно-нижнечелюстного пространства	24
1.4. Современные способы повышения эффективности проводникового обезболивания на нижней челюсти.....	27
1.4.1. Успешность местной анестезии.....	27
1.4.2. Особенности использования навигационных систем в местном обезболивании в стоматологии	33
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	38
2.1. Общая характеристика методов и объектов исследования	38
2.1.1. Анатомио-экспериментальный этап исследования	39
2.1.2. Клинико-рентгенологическое определение объема крыловидно-нижнечелюстного пространства	42
2.1.3. Экспериментальная работа	44
2.1.4. Экспериментальная работа по созданию приспособления для проведения обезболивания нижнего альвеолярного нерва.....	54
2.1.5. Тестирование приспособления навигационного типа для проведения обезболивания нижнего альвеолярного нерва с помощью электроодонтодиагностики в клинике	58
2.1.6. Клиническая оценка эффективности приспособления навигационного устройства	59
2.2. Статистическая обработка данных.....	60
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	61
3.1. Оценка результатов измерений на анатомическом материале	61

3.1.1. Распределение анатомического материала по полу, возрасту, ИМТ.....	61
3.1.2. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с черепным индексом	67
3.1.3. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с лицевым индексом	69
3.1.4. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с высотно-длиннотным индексом справа	70
3.1.4. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с высотно-длиннотным индексом слева	71
3.1.5. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с длиннотно-широтным индексом слева	71
3.1.6. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с длиннотно-широтным индексом справа	72
3.1.7. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с широтно-высотным индексом справа	73
3.1.8. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с широтно-высотным индексом слева	74
3.1.9. Оценка корреляции параметров расположения нижнечелюстного отверстия с возрастом, ростом и ИМТ на анатомическом материале.....	78
3.2. Анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства	92
3.2.1. Анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства методом инъекции силикона	92
3.2.2. Клинико-рентгенологический анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства	103
3.3. Результаты биомеханического прототипирования положения челюсти в программных пакетах SolidWorks.....	113
3.4. Результаты работы по созданию навигатора	117
3.4.1. Эскизы и прототипы навигаторов	117
3.4.2. Результаты клинического этапа: разработка усовершенствованной методики с использованием приспособления навигационного типа	122

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	133
ВЫВОДЫ	147
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	150
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	151
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	152
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	187
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	190

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Боль можно определить как «ощутимо дискомфортное и эмоциональное переживание, связанное с фактическим или потенциальным повреждением тканей или описанное во время такого повреждения» [167]. Это определение было предложено Международной ассоциацией по изучению боли (IASP) [204, 221]. Согласно этому определению, боль всегда является субъективным событием, а ее восприятие связано с физиологическими, психологическими, социальными и культурными факторами [107]. Переживания боли в детстве зависят от интеграции вредных стимулов, поведенческих условий, когнитивных, аффективных и психологических компонентов индивидов в контексте их личностного развития и социокультурной среды [197]. Более того, признано, что вариабельность болевой чувствительности частично опосредована генетическими факторами [132].

Боль и стоматология часто являются синонимами в представлении пациентов, особенно при лечении пульпитов или удалении зубов [59, 45, 74]. Это связано с неприятными ощущениями и в ряде случаев негативным опытом, который может быть связан с низкой эффективностью обезболивания, одонтогенной болью, повреждением нерва, тризмом и в редких случаях параличом лицевого нерва [65, 15, 93, 140, 208]. Пациенты обычно считают лечение, проводимое врачом-стоматологом, хорошим, если во время процедуры не испытывают дискомфорта.

Болевые ощущения в ходе стоматологического лечения у пациентов могут вызывать различные реакции, влияющие на их поведение в стоматологическом кабинете и увеличивающие тревожность [201]. Фактически это иллюстрирует сложную и субъективную природу боли и предполагает важность психосоциальных факторов для понимания сложности стоматологического лечения и зубной боли [240]. В свою очередь, стоматологи идентифицируют как хороший тот анестетик, который позволяет им сосредоточиться исключительно на

хирургических процедурах в полости рта, не отвлекаясь на болевые ощущения пациента.

Обезболивание можно провести, прервав пути, по которым информация о раздражителе передается от периферии тела к центральной нервной системе, заблокировав ее или убрав раздражитель. Местные анестетики обладают способностью блокировать сенсорную нейронную проводимость раздражителей, которые не достигают центральной нервной системы. Таким образом, местная анестезия является наиболее часто используемым методом обезболивания в стоматологии [209, 26, 68, 1, 36], который сопровождает различные стоматологические процедуры, включая оральную хирургию, эндодонтическое и пародонтологическое лечение, протезирование [36, 9, 28, 239].

Проводниковая анестезия — обратимая блокада передачи нервного импульса по крупному нервному стволу (нерв, сплетение, узел) введением раствора местного анестетика в параневральное пространство. Для успешной местной анестезии врач должен быть знаком с альтернативами (интралигаментарная, интрасептальная анестезия) и полностью понимать функции, показания и осложнения процедуры [209, 26].

Компетентность в области местной анестезии считается ключевым навыком любого практикующего стоматолога. Стоматолог должен быть уверен в применяемой технике блокады нервов и проецировать эту уверенность на пациента.

Стоматологи знают об относительной простоте успешного проведения безболезненных интраоперационных процедур на зубах верхней челюсти. Относительно пористая альвеолярная кость верхней челюсти позволяет использовать простые методы местной анестезии: инфильтрационную анестезию путем создания депо анестетика в подслизистом слое переходной складки преддверия полости рта, блокаду в области больших небных отверстий (палатинальная анестезия); в области резцового отверстия (резцовая анестезия); в области подглазничного отверстия (инфраорбитальная анестезия); в клетчатке крыловидно-небной ямки (туберальная анестезия) [59].

При вмешательствах на нижней челюсти большинство практикующих врачей предпочитают обычную непрямую или прямую блокаду нижнего альвеолярного нерва. Нижний альвеолярный нерв (НАН) проходит через внутреннюю часть нижней челюсти и контролирует сенсорную систему нижней челюсти, включая зубы нижней челюсти, десну нижней челюсти и нижнюю губу [162].

Для успешного обезболивания НАН следует учитывать сведения об объеме крыловидно-нижнечелюстного пространства и индивидуальных особенностях нижней челюсти; следует опираться на внеротовые ориентиры, такие как степень расширения ветви нижней челюсти, высота и ширина ветви нижней челюсти, а также внутриротовые ориентиры [171, 242, 71]. You и соавт. (2015) сообщили, что частота отказов обезболивания НАН была значительно выше при ретрогнатической нижней челюсти (14,5 %), чем при нормальной нижней челюсти (7,3 %) и прогнатической нижней челюсти (9,5 %) [255]. Это связано с тем, что расстояние от нижнечелюстного отверстия до кончика мышцелка значительно короче в ретрогнатической группе, и, соответственно, положение нижнечелюстного отверстия выше в ретрогнатической группе, чем в нормальной группе. В результате, когда игла вводится выше окклюзионной плоскости с помощью обычного метода обезболивания НАН, раствор анестетика вводится ниже нижнечелюстного отверстия, что приводит к высокой частоте неудач. Более того, в группе ретрогнатии недостаточное открывание рта из-за короткой длины мышцелка считается причиной неадекватного обезболивания НАН [206, 255]. Напротив, поскольку нижнечелюстное отверстие расположено ниже у пациентов с прогнатической нижней челюстью, чем у пациентов в нормальной группе, раствор анестетика можно вводить выше нижнечелюстного отверстия. Keros и соавт. (2001) также сообщили, что расположение нижнечелюстного отверстия было ниже у пациентов с успешным обезболиванием НАН [168]. Поэтому у пациентов с ретрогнатией нижней челюсти раствор анестетика следует вводить в более высокую точку. В этой связи можно рассмотреть методы Гоу-Гейтса и Акинози, не зависящие от положения нижнечелюстного отверстия [255].

Степень разработанности темы исследования

На нижней челюсти внешний слой кортикальной кости толстый и непористый, для достижения обезболивания НАН местный анестетик можно ввести в область нижнечелюстного отверстия. Большое практическое значение для врача-стоматолога имеет знание особенностей строения и топографии крыловидно-нижнечелюстного пространства, так как в нем располагаются ветви нижнечелюстного нерва [59]. Это пространство ограничено латерально ветвью нижней челюсти, медиально и снизу — медиальной крыловидной мышцей, а сверху — латеральной крыловидной мышцей [254, 193, 156].

Традиционно для местного обезболивания зубов и самой нижней челюсти применялось обезболивание НАН, также известное как «стандартная проводниковая анестезия нижнечелюстного нерва», или «блокада Холстеда» [236, 54, 262, 121, 155, 111]. Однако, согласно данным многих исследований, эффективность этого метода составляет всего 80–85 % [223, 87, 177, 178].

Использование мандибулярной анестезии для обезболивания зубов нижней челюсти и прилегающих тканей имеет ряд недостатков: необходимость введения большой дозы местного анестетика; значительная площадь обезболивания; довольно высокий риск осложнений и возникновения функционально-ассоциированных нарушений со стороны мягких тканей языка и щеки [58, 36]. Многие стоматологи испытывали трудности с этой методикой из-за необходимости введения иглы в подвижные мягкие ткани, чтобы слепо получить доступ к отверстию нижней челюсти.

Выделим несколько причин, которые негативным образом влияют на качество проводникового обезболивания на нижней челюсти.

Первая причина — ошибки позиционирования, например, неправильное расположение ориентира или наклон шприца. Эти проблемы легко решаются путем анализа целевых пунктов и шагов для выполнения задействованной техники.

Вторая причина — воспаление мягких тканей, которое приводит к закислению среды. В свою очередь, местные анестетики, как известно [13], имеют

сравнительно низкий водородный показатель, и закисление целевого пункта может снизить эффективность. Чем ближе к щелочному значению рН тканей в области инъекции, тем быстрее возникает эффект обезболивания [207, 11]. Сама по себе воспаленная пульпа может оказаться более сложной для глубокой анестезии, в том числе из-за внутритканевого отека и явления гипералгезии, однако эта проблема требует применения НПВС.

Третья причина заключается в том, что страх боли, основанный на негативном опыте предыдущего лечения, может искажать восприятие обезболивания, и порой тактильные ощущения могут восприниматься как болевые.

Анатомическая изменчивость, в том числе топография сосудисто-нервного пучка и отверстия нижней челюсти, также могут быть проблемами, часто самыми большими, при успешном проведении местной анестезии на нижней челюсти [28, 6].

Обращают на себя внимание дополнительные нервы, которые могут происходить из нескольких источников, таких как отдельная ветвь, отделяющаяся от нижнего альвеолярного нерва в крыловидно-нижнечелюстном пространстве [10, 76]. Помимо отдельных ветвей также могут присутствовать добавочные ветви от подъязычного, щечного, язычного или ушно-височного нервов. Дополнительную иннервацию можно диагностировать, если у пациента есть субъективные признаки успешного обезболивания нижнечелюстного нерва, такие как онемение губы и половины языка, но пульпа зуба остается чувствительной.

Учитывая, что периферическое расширение нижнечелюстного нерва после того, как он выходит из основания черепа, на некотором расстоянии не заключено в кость, есть возможность применять местное обезболивание на нескольких уровнях [52].

Кроме классической методики [171], используются другие [193], в том числе Вазирани-Акинози [94], Г. Г. Гоу-Гейтса [171] и другие варианты [247].

Предложено около 50 способов обезболивания на нижней челюсти [209, 26, 68]. Однако они сложны в выполнении, что связано с индивидуальными особенностями строения челюстно-лицевой области [68].

Дополнительные методы местного обезболивания, а именно щечная [90], интралигаментарная [194], внутрикостная [214], а также премедикация и седация [211, 222], были предложены для повышения эффективности и безопасности обезболивания при лечении твердых тканей зубов и мягких тканей нижней челюсти. Также были исследованы различные растворы анестетиков для достижения успешной анестезии пульпы, включая 2 % лидокаин, 2 % и 4 % артикаин, 3 % мепивакаин, ропивакаин и бупивакаин [186].

Среди многообразия различных внутриротовых способов обезболивания НАН (мандибулярной анестезии) нет универсального, который бы основывался на индивидуальных топографо-анатомических данных. Основным ориентиром для инъекции врачи чаще используют крыловидно-нижнечелюстную складку. Однако при введении иглы медиальнее этой складки возможно распространение раствора местного анестетика на ткани ротоглотки, а также повреждение внутренней крыловидной мышцы с последующим развитием воспаления или контрактуры нижней челюсти [40, 58, 67, 54]. Опасность этого осложнения возрастает при введении иглы в сухожилие мышц (чаще височной), что бывает при использовании так называемой «торусальной» анестезии. При введении иглы в крыловидно-нижнечелюстную складку или в латеральный ее край возможны повреждение сосудов и возникновение кровоизлияния, иногда — образование гематомы, попадание анестетика в кровяное русло, появление зон ишемии на коже нижней губы, подбородка и даже перелом иглы. Среди осложнений выделяют аллодинию, длительную анестезию, парестезию и дизестезию [65, 15, 93]. Парестезия нижнего альвеолярного или язычного нерва [140, 208] является распространенным осложнением местного обезболивания нижнего альвеолярного нерва при нарушении техники инъекции. В некоторых случаях парестезию можно интерпретировать как повреждение отдельных пучков нервного ствола [140].

Учитывая вышесказанное, поиск новых, топографо-анатомически обоснованных способов эффективной и безопасной местной анестезии остается актуальной проблемой стоматологии.

Цель исследования

Топографо-анатомическое обоснование клинического применения навигатора для повышения эффективности и безопасности местного обезболивания при проведении проводниковой анестезии на нижней челюсти

Задачи исследования

1. Провести анатомическое исследование **особенностей** вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти в зависимости от типа черепа, лицевого индекса и формы нижней челюсти и объема крыловидно-нижнечелюстного пространства.
2. Проанализировать рентгеноанатомические данные прижизненных компьютерных томограмм пациентов с целью качественной и количественной оценки крыловидно-нижнечелюстного пространства и выполнить биомеханическое прототипное его исследование для определения зависимости перемещений нижнечелюстного нерва и нижнеальвеолярной артерии при различных положениях нижней челюсти.
3. По данным анатоμο-рентгенологического и краниометрического исследования разработать алгоритм проведения иглы до целевого пункта и навигатор для проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов.
4. Апробировать навигатор для проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов в клинике.
5. Оценить клиническую эффективность разработанного навигатора с помощью объективных методов оценки болевого порога на основании данных электроодонтодиагностики.

Научная новизна

На основании изучения особенностей вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти получены новые данные о зависимости от типа черепа, лицевого индекса и формы нижней челюсти и объема крыловидно-нижнечелюстного пространства.

Впервые на основе рентгеноанатомических данных прижизненных компьютерных томограмм крыловидно-нижнечелюстного пространства пациентов выполнено биомеханическое прототипное исследование для определения зависимости перемещений нижнечелюстного нерва и нижнеальвеолярной артерии при различных положениях нижней челюсти.

Впервые разработан алгоритм проведения иглы до целевого пункта обезболивания. Разработан навигатор для проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов.

Разработанный навигатор апробирован для проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов в клинике, оценена его клиническая эффективность.

Теоретическая и практическая значимость работы

Выполнение проводникового обезболивания на нижней челюсти с помощью разработанного алгоритма проведения иглы до целевого пункта и навигатора имеет большое значение в лечении сложной группы пациентов со стоматологическими заболеваниями на нижней челюсти, что позволяет снизить частоту неудач, уменьшить количество осложнений и повысить эффективность проводниковой анестезии. Тщательное использование алгоритма проведения иглы до целевого пункта и навигатора имеет большое значение для повышения эффективности проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов.

Внедрение в практику

Полученные результаты проведенных исследований внедрены в клиническую практику Стоматологического центра Института стоматологии им. Е.

В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова. Полученные в ходе исследования результаты включены и используются в педагогическом процессе кафедр оперативной хирургии и топографической анатомии ИКМ и Института стоматологии им. Е. В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Методология и методы исследования

При оценке эффективности применения мануальной навигационной системы при проведении проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов проведено проспективное исследование. В ходе проведения диссертационной работы на анатомических препаратах изучены особенности вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти в зависимости от типа черепа, лицевого индекса и формы нижней челюсти и объема крыловидно-нижнечелюстного пространства. На анатомическом материале проведено моделирование алгоритма проведения иглы до целевого пункта и навигатора для проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов, а также клиническое применение вышеперечисленных методов, анализ полученных результатов, наблюдение с последующей статистической обработкой материала.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Полученные данные вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти в зависимости от типа черепа, лицевого индекса и формы нижней челюсти позволили оценить объем крыловидно-нижнечелюстного пространства и рассчитать оптимальную дозировку местного анестетика

2. Анатомо-экспериментальные данные позволили разработать приспособление для проведения эффективного и безопасного обезболивания на нижней челюсти

3. Использование объективного метода оценки болевого порога путем проведения электроодонтодиагностики доказывает клиническую эффективность разработанного приспособления.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертационное исследование Дарауше Хади «Клинико-анатомическое обоснование применения мануальной навигационной системы при выполнении проводникового обезболивания нижней челюсти» включает исследования вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти. Получены новые данные о его зависимости от типа черепа, лицевого индекса, формы нижней челюсти и объема крыловидно-нижнечелюстного пространства, что соответствует пунктам № 3, 6, 8 паспорта научной специальности 3.3.1. Анатомия человека, пунктам № 3, 9 паспорта научной специальности 3.1.7. Стоматология.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов, полученных в ходе диссертационного исследования, подтверждается достаточным количеством наблюдений, комплексным обследованием пациентов с использованием современных лабораторных и инструментальных методов исследования. Сформулированные задачи соответствуют цели исследования. Выводы и практические рекомендации аргументированы фактическим материалом и логически вытекают из анализа полученных данных

Статистический анализ данных проводился с использованием программного обеспечения R4.2.1 (RStudio). Выбор методик осуществляли с учетом цели исследования и использованного дизайна. В качестве описательных статистик для непрерывных признаков использовали среднее и стандартное отклонение либо медиану и межквартильный интервал. Характер распределения проверяли по QQ-

графикам и критерию Шапиро-Уилкса. Для категориальных признаков указывали процентную долю и стандартную ошибку доли. Для сравнения групп примеряли параметрические и непараметрические критерии с учетом характера распределения. Для проведения корреляционного анализа использовали коэффициент корреляции Спирмена или Пирсона. По проверке нулевой гипотезы ее принимали при значении $p < 0,05$. Полученные основные результаты научной работы были доложены и обсуждены на научной конференции –

1. Анатомическое обоснование разработки навигационного устройства для проведения местного обезболивания в стоматологии. Дарауше Х. М., Васильев Ю. Л. Доложены на научно-практической конференции с международным участием «Современная морфология и ее интеграции с клиническими дисциплинами», Узбекистан, г. Бухара, 4–5 мая 2022 года.

2. Персонификация местного обезболивания в стоматологии: клинко-анатомический опыт. Васильев Ю. Л., Рабинович С. А., Дьячкова Е. Ю., Дарауше Х. М., Кузнецов А. И. Доложены на Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В. А. Малышева. Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, Санкт-Петербург, 23–24 ноября 2022 года.

3. Исследование крыловидно-нижнечелюстного пространства с точки зрения целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти. Дарауше Х. М., Васильев Ю. Л. Доложены на Однораловских морфологических чтениях. Воронеж, 2 декабря 2022 года.

4. Опыт разработки и анатомического обоснования навигационной системы проводникового обезболивания в стоматологии. Дарауше Х. М. Обсуждены на Пленарном заседании конференции «Волгамед 2023». Нижний Новгород, 16 марта 2023 года.

5. Материалы диссертационного исследования были представлены на совместном заседании кафедры анатомии человека, кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского, кафедры хирургической стоматологии Института

стоматологии им. Е. В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), кафедры анатомии человека медицинского института РУДН.

Апробация диссертации состоялась 28 апреля 2023 г. (протокол № 5) заседания межкафедральной научно-практической конференции кафедры оперативной хирургии и топографической, кафедры анатомии и гистологии анатомии Института клинической медицины имени. Н. В. Склифосовского, кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний и кафедры хирургической стоматологии института стоматологии имени Е.В. Боровского Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Личный вклад

Автор самостоятельно определил направление научного исследования, цели и задач. Научно-информационный поиск, анализ данных научной литературы выполнены лично автором. Протоколы исследований проанализированы автором самостоятельно. Автор лично составил дизайн исследования, выполнил исследование на анатомическом материале, прототипировал и испытал опытный образец навигационного устройства, совершил все запланированные экспериментальные работы с привлечением обозначенного комплекса методик, провел количественный анализ и статистическую обработку, интерпретировал результаты. Вклад автора является определяющим в обсуждении результатов исследования в научных публикациях и их внедрения в практику.

Публикации по теме исследования

По материалам диссертационного исследования опубликовано 10 печатных работ, из них в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета / Перечня ВАК при Минобрнауки России – 3 статьи; включенных в международные базы Scopus и Web of Science – 4 статьи; 3 публикации в сборниках материалов научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 191 странице машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и библиографического указателя, в котором приведены 280 литературных источников (82 отечественных и 198 иностранных авторов). Работа проиллюстрирована 95 рисунками и содержит 43 таблицы.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность профессору Рабиновичу Соломону Абрамовичу (МГМСУ им. А. И. Евдокимова, г. Москва), Смилык Ирине Михайловне (ООО «Институт Анатомии», Сколково), Овсепьян Артуру Леоновичу (НТУ Сириус, г. Сочи), профессору Лежневу Дмитрию Анатольевичу (МГМСУ им. А. И. Евдокимова, г. Москва), Молодцову Виктору Геннадиевичу (генеральному директору компании ООО «Русфарм»), Глинскому Андрею Владимировичу (ООО «Институт Анатомии», Сколково).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Анатомические особенности строения крыловидно-нижнечелюстного пространства

Как известно, в пределы крыловидно-нижнечелюстного пространства (КНЧП) вписаны такие морфологические структуры, как внутренняя поверхность ветви нижней челюсти снаружи, наружная поверхность медиальной крыловидной мышцы изнутри. Сверху пространство ограничено межкрыловидной фасцией, а снизу границей сухожилия внутренней крыловидной мышцы. При этом сзади пространство частично прикрыто околоушной железой, спереди оно представлено щечно-глоточным швом и щечной мышцей [43]. КНЧП ограничено как мягкотканными, динамическими, так и костными, статичными, структурами [171]. Обращает на себя внимание ход внечерепной части нижнечелюстного нерва, который располагается преимущественно в крыловидно-нижнечелюстном пространстве, представляющем собой небольшую фасциальную расщелину, содержащую в основном рыхлую ареолярную ткань [193].

Основная цель местного обезболивания на нижней челюсти связана с введением местноанестезирующего раствора вблизи НАН, язычного (ЯН) и щечного нервов. Особое значение для местной анестезии имеет то, что крыловидно-нижнечелюстное пространство содержит НАН артерию и вену, клиновидно-нижнечелюстную связку и фасцию (Рисунок 1).

Медиальная поверхность ветви нижней челюсти, которая участвует в формировании латеральной стенки крыловидно-нижнечелюстного пространства, имеет ряд важных особенностей для определения необходимой глубины введения иглы.

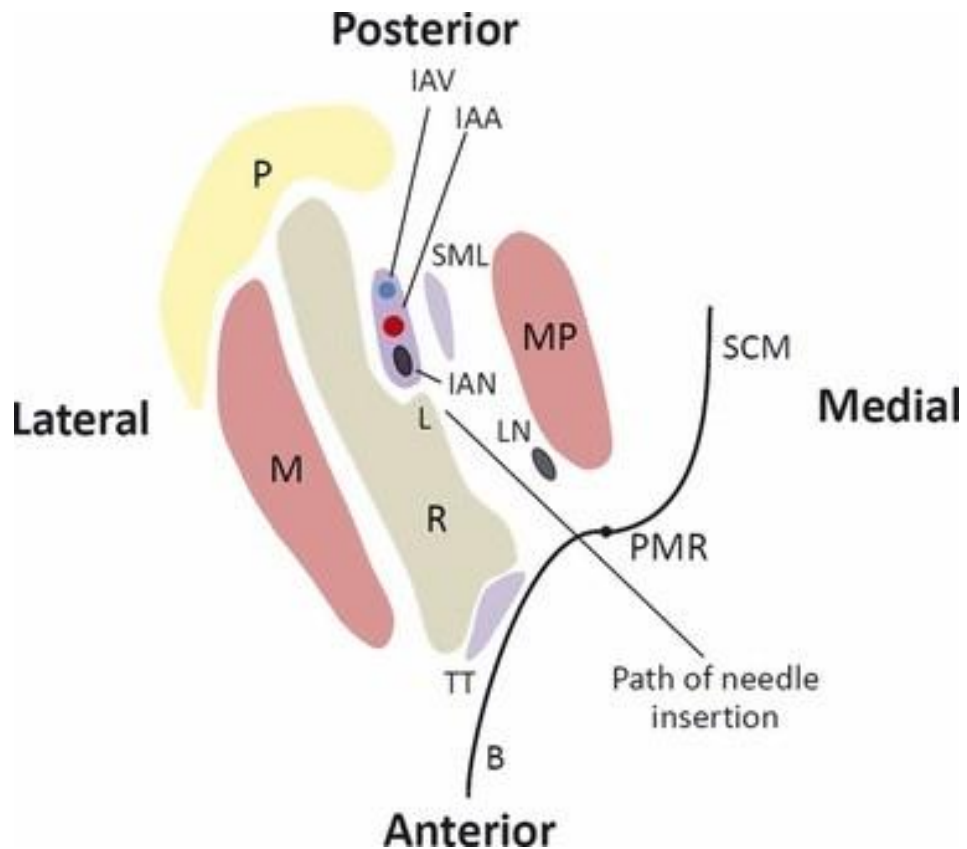


Рисунок 1 — Схематическое изображение поперечного сечения правой ветви нижней челюсти на уровне IANB: M = жевательная мышца; R = ветвь; IAN = нижний альвеолярный нерв; IAV = нижняя альвеолярная вена; IAA = нижняя альвеолярная артерия; SML = клиновидно-нижнечелюстная связка; MP = медиальная крыловидная мышца; LN = язычный нерв; B = щечная мышца; PMR = крыловидно-нижнечелюстная артерия; SCM = грудино-ключично-сосцевидная мышца; P = околоушная железа; TT = височное сухожилие; L = язычок [171]

Когда нижний альвеолярный сосудисто-нервный пучок приближается к отверстию нижней челюсти, он располагается латеральнее клиновидно-нижнечелюстной связки в пределах впадины на медиальной стороне ветви, называемой *sulcus colli* [115]. Выше борозда начинается как неглубокая впадина, но становится все более выраженной по мере продвижения вниз, пока в итоге не перейдет в отверстие нижней челюсти. Сразу кпереди от борозды, на медиальной стороне ветви, находится утолщение кости (Рисунок 2) [115].

Возможность точно расположить иглу вблизи отверстия нижней челюсти во время анестезии зависит от ряда факторов и, как правило, их трудно оценить при выполнении инъекции: это различия в размере и форме нижней челюсти,

относительном положении отверстия нижней челюсти и необходимой глубине проникновения мягких тканей.

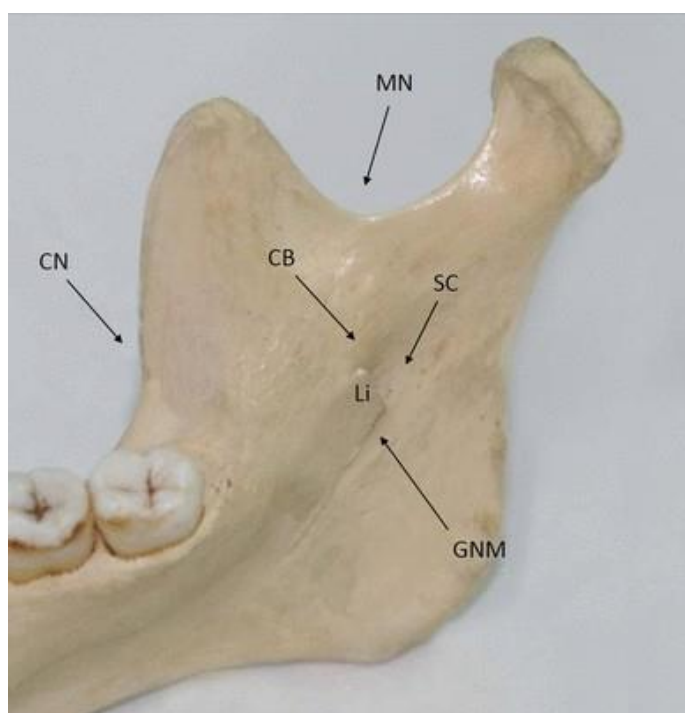


Рисунок 2 — Медиальная поверхность правой ветви нижней челюсти с ориентирами для местного обезболивания: CN – венечная выемка; Li – язычок; SC – борозда; GNM – бороздка для нерва к подъязычной кости; CB – гребень утолщенной кости; MN – нижнечелюстная вырезка [115]

Из-за своей плотности и формы клиновидно-нижнечелюстная связка может препятствовать диффузии раствора местного анестетика в область сосудисто-нервного пучка, если кончик иглы расположен слишком далеко медиально по отношению к связке [115]. Исследования диффузии *in vivo*, включающие рентгенографический анализ местных анестетиков, смешанных с контрастирующей средой, показали, что раствор местного анестетика легко диффундирует через рыхлую соединительную ткань крыловидно-нижнечелюстного пространства, если он вводится непосредственно в это пространство [259]. Однако депонирование местного анестетика в месте, где он отделен от НАН клиновидно-нижнечелюстной связкой или другой фиброзной тканью, может препятствовать диффузии. Техника прямого обезболивание НАН описана как включающая введение иглы до тех пор, пока она не войдет в контакт с

язычком нижней челюсти. Некоторые анатомические исследования выявили случаи, когда связка прикрепляется к верхней границе язычка нижней челюсти [168]. Это может увеличить вероятность попадания кончика иглы в положение медиальнее связки, особенно если костный контакт кончика иглы находится медиальнее или ниже вершины язычка. В таких случаях необходимо, чтобы местный анестетик проник через связку или вокруг нее. Рекомендуется, чтобы уровень контакта иглы с костью был немного выше целевого пункта.

Нижний альвеолярный нерв, нижняя альвеолярная вена (НАВ) и нижняя альвеолярная артерия (НАА), которые образуют нижние альвеолярные сосудисто-нервные пучки в крыловидно-нижнечелюстном пространстве, обычно имеют общие анатомические паттерны [193, 254]. Распространение раствора местного анестетика из кончика иглы в НАН анестезирует нерв непосредственно перед тем, как он входит в отверстие нижней челюсти [91, 137]. Язычный нерв (ЯН) расположен медиальнее и спереди от НАН, и его можно анестезировать во время обезболивания НАН за счет извлечения иглы и поворота цилиндра шприца по направлению к средней линии зуба.

При проведении обезболивания НАН можно использовать несколько внутриротовых ориентиров [128].

1.2. Анатомические особенности строения нижней челюсти

Клиническая анатомия нижней челюсти отличается сложным строением, а также существенной индивидуальной и типовой изменчивостью [24, 7, 19, 200, 171, 143].

Признано, что в возрастном аспекте отдельные части нижней челюсти изменяются неодинаково. Ее форма из полукруглой в раннем детском возрасте становится параболической во взрослом [24]. Вследствие развития альвеолярной части нижняя челюсть растет в высоту, тогда как формирование суставного отростка обеспечивает ее продольный рост [39]. Бусыгин А. Т. отметил

интенсивный рост ветви в возрасте 3–4 и 9–11 лет и изменение угловой, мышечковой и венечной ширины в период от 25 до 40–55 лет [8]. Возможность незначительного удлинения нижней челюсти в возрастном интервале 21–46 лет отмечали Sarnas, Solow, Bishara et al., Bondevik [238, 120]. Окончательно рост нижней челюсти завершается на третьем десятке жизни [200]. Первые признаки перестройки костной ткани нижней челюсти, выражающиеся в остеопоретической перестройке, уменьшении толщины тела и увеличении угла нижней челюсти, можно определить в возрасте 30–35 лет.

Твардовская М. В. отметила половые различия в измерительных признаках нижней челюсти. Так, у мужчин угловая ширина изменяется с возрастом интенсивнее проекционной длины, тогда как у женщин данные показатели изменяются более пропорционально [77].

Высота нижней челюсти уменьшается на 20–25 % вследствие потери зубов [24]. Комарницкий О. В. отметил, что уменьшение высоты нижней челюсти составляет в среднем 9 мм [39]. Также с возрастом изменяется угол наклона альвеолярной части тела нижней челюсти: он увеличивается по направлению от фронтальной группы зубов к молярам.

Говоря о типовых особенностях нижней челюсти, стоит отметить показатели, предложенные Брансбургом Б. Б. Он отметил, что угол нижней челюсти можно считать критерием для выделения различных ее форм: амблиогонических (с углом больше 122°) и ортогонических (с углом меньше 118°) [7]. По данным Гроевой Ю. А. и Персина Л. С., величина угла нижней челюсти в период сменного прикуса больше, чем в период постоянного прикуса [18, 73]. Изменчивость угла нижней челюсти в зависимости от индивидуальных, возрастных и половых особенностей отмечают Кузнецова Л. В., Гладилин А. Ю., Бусыгин Т. А. [41, 29, 8].

Исследователи отмечают наличие разных форм нижней челюсти. Так, Гладилин Ю. А. выделяет овальную, трапециевидную и треугольную формы [19], Брандсбург Б. Б. — брахимандибулярную и долихомандибулярную [7], Твардовская М. В. — прямоугольную, V-образную и салазкообразную [77],

Смирнов В. Г. и соавт. склоняются только к двум формам: широкой и короткой, длинной и узкой [68].

Представляет интерес исследование В. А. Шашкова (2021) [64], в котором, помимо ранжирования по форме, автор предложил и обосновал метрическую систему индексов нижней челюсти, а именно: а) высотно-длиннотный, или ВДИ (high lengthy index, HLI), рассчитываемый по соотношению высоты ветви к проекционной длине от углов $\times 100$ %; б) длиннотно-широтный, или ДШИ (longitudinal latitude index, LLI), рассчитываемый по соотношению проекционной длины от углов к угловой ширине $\times 100$ %; в) широтно-высотный, или ШВИ (latitudinal-altitude index, LAI), расчет которого делается по соотношению наименьшей ширины ветви к ее высоте.

Если морфометрия нижней челюсти с использованием предложенных Шашковым В. А. индексов является эффективным инструментом, существенно облегчающим количественную оценку результатов исследования, то предлагаемая им классификация типов нижней челюсти вызывает терминологические сомнения. Автор использует греко-латинские дублиеты, однако, придерживаясь принципов, заложенных в международную анатомическую терминологию, мы считаем корректным использовать единообразие. Так, предлагаем применять следующие типы нижней челюсти, исключив из терминов широтно-высотного индекса «рами», т. к. привязка к оценке ветви нижней челюсти заложена в индекс (Таблица 1).

Таблица 1 — Типы нижней челюсти по индексам

Греко-латинский дублет	Предлагаемый унифицированный греческий термин
Высотно-длиннотный индекс, ВДИ (high lengthy index, HLI)	
долихомандибулярная	долихогения
медиомандибулярная	медиогения
брахимандибулярная	брахигения
Длиннотно-широтный индекс, ДШИ (longitudinal latitude index, LLI)	
лептомандибулярная	лептогения
мезомандибулярная	мезогения
эуримандибулярная	эуригения

Продолжение Таблицы 1

Широтно-высотный индекс, ШВИ (latitudinal-altitude index, LAI)	
гипсирамимандибулярная	гипсигения
орторамимандибулярная	ортогения
платирамимандибулярная	платигения

Все эти сведения играют ключевую роль в определении целевых пунктов местного обезболивания, часто связанного с появлением нежелательных явлений, природа которых лежит в отсутствии четкого представления о типологии нижней челюсти и ее связи с клиникой.

1.3. Рентгенанатомические особенности строения нижней челюсти и крыловидно-нижнечелюстного пространства

Анатомическая диссекция является наиболее распространенным методом исследования крыловидно-нижнечелюстного пространства и, возможно, дает наиболее полезное представление о соотношении структур мягких тканей при их перемещении в нижнем, переднезаднем и медиолатеральном направлениях [234, 119, 22].

Поперечные срезы анатомического материала можно просмотреть макроскопически или подготовить для гистологической интерпретации. Этот подход не нарушает анатомическую картину в поперечной плоскости, что делает его идеальным для анализа взаимосвязи НАН с НАА и НАВ. Также может быть выполнен количественный анализ, например, определение точных расстояний между конкретными структурами. Недостатком метода является невозможность обеспечить трехмерное изображение конструкций.

Морфометрические исследования являются классическими и включают большие размеры выборки, в некоторых случаях более 300 образцов [193]. Поскольку обезболивание НАН требует распознавания костных ориентиров,

данный метод может предоставить полезные данные о корректном поиске целевого пункта с учетом персональных особенностей пациента.

В связи с тем, что классические анатомические методы исследования сложны в реализации по причине недостаточной квалификации исследователей, дефицита биологического паспортизированного материала, длительности изучения, применение рентгенологической, в т. ч. прижизненной диагностики позволяет масштабировать исследование и повысить точность интерпретации данных [51].

Рентгенографические и компьютерные томографические (КТ) методы применяются для анализа крыловидно-нижнечелюстного пространства [36, 22]. Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) — это ценный метод визуализации в челюстно-лицевой хирургии, он предлагает трехмерные и многоплоскостные виды для более точного диагноза и лечения без финансовых затрат и радиационного облучения, как при обычном сканировании с помощью КТ. КЛКТ преодолевает и определенные ограничения двумерной визуализации: искажение, увеличение и наложение [126, 95, 75]. Благодаря возможностям 3D-реконструкции, виртуальное планирование широко распространено в челюстно-лицевой хирургии, поскольку предлагает преимущества по сравнению с традиционной модельной хирургией [5].

На примере изучения такого целевого пункта, как отверстие нижней челюсти (ОНЧ), с использованием простой рентгенографии [177] или обычной КТ [189] очевидно, что обычные двухмерные рентгенограммы показывают искаженные изображения, в то время как панорамные обеспечивают различное увеличение верхней и нижней челюсти [80]. КЛКТ может создавать высокоточные изображения и обеспечивать точное расположение анатомических структур [277, 89]. Положение ОНЧ, а также положение и форма язычка влияют на частоту успеха блока мандибулярной анестезии [89, 57].

Группами исследователей выделяются до четырех типов язычка, каждый из которых доминирует в том или ином исследовании нижних челюстей: треугольный, усеченный, узловатый и ассимилированный [257, 177]. Ahn B. S. et al. отмечают отсутствие исследований взаимосвязи формы язычка и степени успеха

анестезии [89] и используют метод КЛКТ, чтобы получить достаточно информации о ОНЧ и языке (Рисунок 3, Рисунок 4, Рисунок 5).

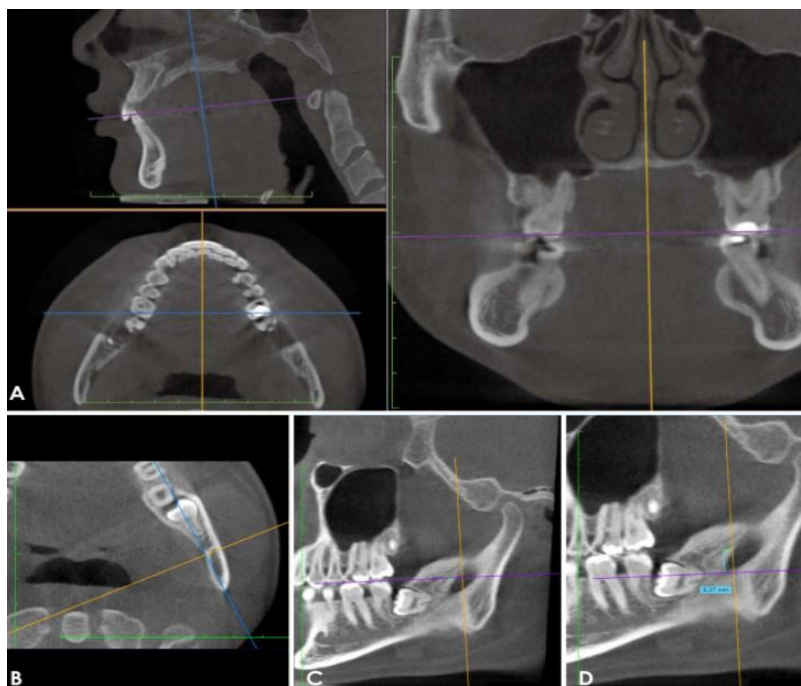


Рисунок 3 — Измерение расстояния между окклюзионной плоскостью и отверстием нижней челюсти. А: вращение аксиальной плоскости к окклюзионной плоскости. В: центр трех плоскостей перемещен в центр отверстия нижней челюсти. С: контрольная точка (зеленый двойной кружок) отмечена на линии осевой плоскости. D: осевая плоскость перемещается туда, где завершается кортикация нижнечелюстного отверстия. Измеряется расстояние от опорной точки до осевой плоскости [89]

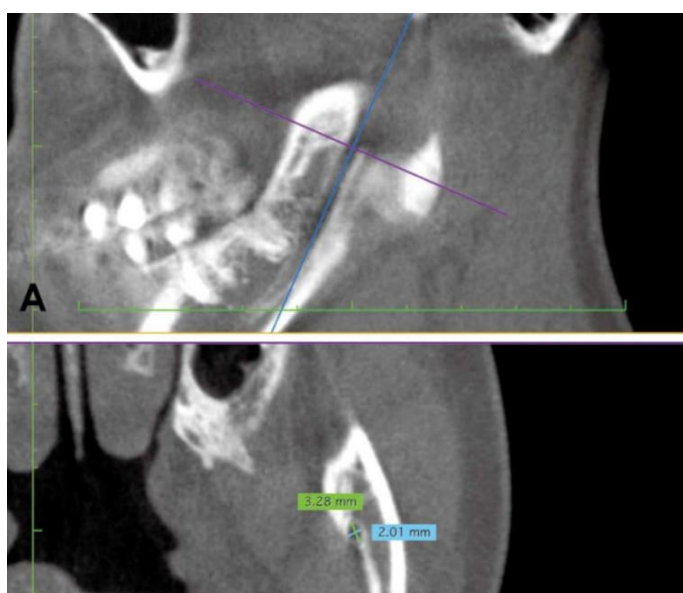


Рисунок 4 — Переднезадний и медиолатеральный диаметры отверстия нижней челюсти. А: линия осевой плоскости поворачивается до тех пор, пока линия

фронтальной плоскости не совмещается с длинной осью нижнечелюстного канала. В: диаметр измеряется в переднезаднем и медиолатеральном направлениях [89]

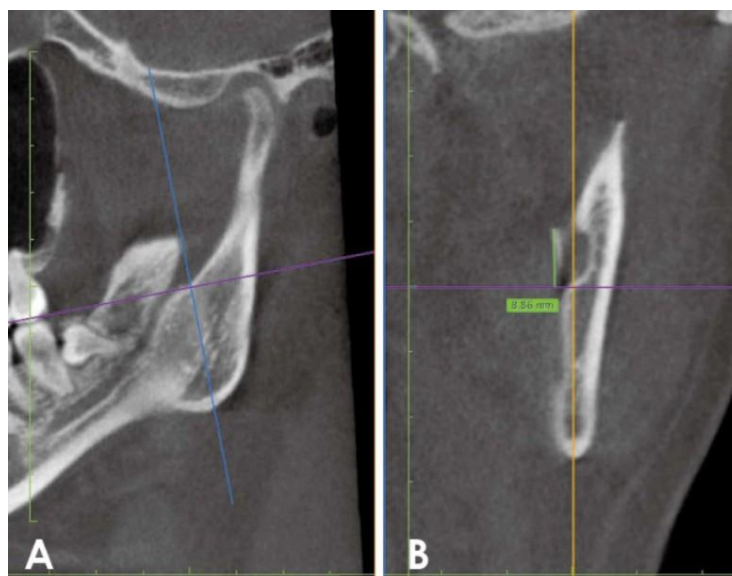


Рисунок 5 — Размер язычка. А: центр трех плоскостей находится в центре отверстия нижней челюсти. В: линия фронтальной плоскости перемещается туда, где можно проверить кончик язычка. Вертикальная длина измеряется между кончиком язычка и центром отверстия нижней челюсти [89]

Использование КТ в целях пространственного изучения крыловидно-нижнечелюстного пространства имеет ряд ограничений: невозможно измерить толщину мягкой ткани, через которую проходит игла; в некоторых случаях было невозможно измерить расстояние между передней границей ветви нижней челюсти и ОНЧ [181].

1.4. Современные способы повышения эффективности проводникового обезболивания на нижней челюсти

1.4.1. Успешность местной анестезии

Из-за сложного рельефа ветви нижней челюсти, мягких тканей и ограниченного пространства точность инъекции может снижаться. Метод

обезболивания нижнеальвеолярного нерва заключается в доставке раствора местного анестетика на уровень чуть выше кончика язычка путем введения иглы в крыловидно-нижнечелюстное пространство посредством прокалывания щечной мышцы [78, 76, 27, 42, 63].

Умение распознавать эти важные целевые пункты необходимо, чтобы снизить процент осложнений после использования этого метода. Врачи могут не использовать рентгенограммы для оценки топографии отверстия нижней челюсти и других костных ориентиров, тогда как ряд исследований показал, что нижнечелюстное отверстие можно легко определить на ортопантомограммах (ОПТГ) [120, 166, 182].

Процент успешных повторных мандибулярных анестезий составляет всего 32 % [191]. Повторные инъекции в одну и ту же область могут вызвать боль и даже тризм [208].

Simpson M. et al. сообщили об успешности лечения 24–38% зубов нижней челюсти с необратимым пульпитом в случае щечной инфильтрации 1,8 мл 4 % артикаина с эпинефрином после неудачи проводниковой анестезии [241], Канаа et al. — о 84 % успешности дополнительной щечной инфильтрации артикаином после неудачи обезболивания НАН, что имело лучший эффект, чем при интралигаментарной инъекции 2 % лидокаина с адреналином (48 %) или повторной мандибулярной анестезии (32 %) [191]. Пероральная премедикация НПВП и ибупрофеном (>400 мг/сут) повышала эффективность обезболивания НАН у пациентов с необратимым пульпитом [211].

Интралигаментарная инъекция — наиболее часто используемый метод после неудачи мандибулярной анестезии при лечении необратимых пульпитов задних зубов нижней челюсти [208]. Однако Malamed S.F. не рекомендовал проводить интралигаментарные инъекции в воспаленные или инфицированные участки пародонта [209].

К достоинствам каждого метода относятся высокая вероятность успеха при анатомической изменчивости, быстрота действия анестезии, отсутствие постинъекционных болей. Во время инъекции близость иглы к сосудисто-нервному

пучку часто приводит к гематоме [273, 114, 188], парестезии [226], внутрисосудистой инъекции (частота 15–20 %) [97, 138] и тризму [160, 246]. Здесь сравнивалась частота парестезии, потери вкусовых ощущений и тризма после обезболивания НАН. Процент повреждения нерва после анестезии НАН составила 4,5 % в анатомическом исследовании [208], что коррелировало с клиническим исследованием Harn and Durham, в котором данный процент был равен 3,62 % [104] (Таблица 2, 3).

Таблица 2 — Статус успешности анестезии, среднее значение начала анестезии, проведенной разными методами, согласно работам различных авторов

Статус успешной анестезии	Гоу-Гейтс, %	Холстед, %	Вазирани—Акинози, %	Исследование, выводы
Средний возраст, лет	34,87 ± 11,75	33,83 ± 11,13	34,50 ± 11,32	Kiran B. S. et al. [174] Наблюдалась значительная разница между методами Гоу-Гейтса и Вазирани-Акинози (p=0,0001*)
Положительный	84,29	92,86	95,71	
Отрицательный	15,71	7,14	4,29	
Всего, человек	70	70	70	
Среднее значение нач. анестезии, с	343,71 ± 153,2	177,43 ± 59,94	192,86 ± 61,20	
Средний возраст, лет	23–33 года	23–33 года	23–33 года	Goldberg S. et al. [143]
Положительный	25–62 %	16–44 %	13–50 %	
Отрицательный				
Всего, человек	32	30	32	
Среднее значение начала анестезии, мин	8 ± 5,8	17 ± 12,8	18 ± 12,10	
Средний возраст, лет	26 ± 6	27 ± 5	25 ± 6	Aggarwal V. et al. [92]
Положительный	46–54 %	44–56 %	46–54 %	
Отрицательный				
Всего, человек	22	25	24	
Начальная и постинъекц. боль по шкале VAS	112 ± 40 9 ± 6	119 ± 42 12 ± 7	108 ± 44 12 ± 8	

Продолжение Таблицы 2

Средний возраст, лет	—	24,1 14–38	22,5 14–38	Martínez G. J. M. et al. [200]
Положительный	—	89,3 %	82,2 %	
Отрицательный	—	10,7 %	17,8 %	
Всего, человек	—	28	28	
Средний возраст, лет	36 ± 10 18–55	36 ± 10 18–64	Холстед+Гоу-Гейтс 36 ± 10 18–56	Saatchi M. et al. [226]
Положительный	40 %	44 %	70 %	
Отрицательный	60 %	56 %	30 %	
Всего, человек	50	50	50	
Начальная и постинъекционная боль по шкале VAS	105 ± 29 12 ± 5	104 ± 30,1 11 ± 7	112 ± 33,3 10 ± 8	
Средний возраст, лет	—	38,5	39,8	Mishra et al. [206]
Положительный	—	Через 5 мин. — 22 пациента (88 %), через 10 мин. — 24 пациента (96 %)	Через 5 мин. — 17 пациентов (68 %), через 10 мин. — 21 пациент (84 %)	
Отрицательный	—	6 %	19 %	
Всего, человек	—	25	25	
Осложнения	—	Постинъекционная боль — 3 чел. Тризм — 4 чел.	Постинъекционная боль — 2 чел. Паралич 7 нерва — 1 чел.	
Средний возраст, лет	28,16 ± 5,72 (20–48)	26,08 ± 7,36 (18–56)	—	Dubey, M. et al. [135]
Положительный	78 %	94 %	—	
Отрицательный	22 %	4 %	—	
Всего, человек	50	50	—	
Время наступ. анестезии, мин.	11,82±2,68	4,65±0,98	—	
Время, необх. для восстан. после анестезии (часы)	2,57±0,37	1,89±0,30	—	
Осложнения, тризм (кол-во)	0	3 (6 %)		

Таблица 3 — Сравнение эффективности методик Холстеда, Вазирани-Акинози, Гоу-Гейтса и Егорова для анестезии нижней челюсти

	Гоу-Гейтс	Холстед	Вазирани— Акинози	Егоров
Достоинства	<p>1. Высокая вероятность успеха при анатомической изменчивости.</p> <p>2. Доставляют анестетик на большую глубину, чем метод Холстеда.</p> <p>3. Длина нерва, подвергаемого действию раствора анестетика, значительно больше, чем при обычном обезболивании НАН, что увеличивает количество потенциал зависимых каналов, подвергающихся воздействию раствора местной анестезии.</p>	<p>1. Быстрое начало анестезии, 3–5 мин.</p>	<p>1. Высокая вероятность успеха при анатомической изменчивости.</p> <p>2. Доставляют анестетик на большую глубину, чем метод Холстеда.</p> <p>3. Раствор откладывается выше, чем в методе Холстеда, тем самым увеличивая длину нерва, на который воздействует раствор анестетика. Это очень полезно в условиях, ограничивающих открывание рта.</p> <p>4. Более медленное начало анестезии, по сравнению с методом Холстеда.</p>	<p>1. П. М. Егоров установил, что одной из причин неудач при проводниковой анестезии у нижнечелюстного отверстия является значительная вариабельность строения крыловидно-нижнечелюстного пространства и связанное с этим ошибочное введение местного обезболивающего раствора в прилежащие мышцы или околоушную слюнную железу.</p> <p>2. В 1985 г. П. М. Егоров предложил метод блокады НАН при свободном открывании рта, кот. заключается во введении анестетика в КНЧП согласно инд. анатомическим ориентирам. Метод признан одним из наиболее эффективных способов местной анестезии.</p>

Продолжение Таблицы 3

Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Медленное, по сравнению с методом Холстеда, начало анестезии: 7–10 мин. 2. Бассейн анестетика находится намного дальше от нижнего альвеолярного нерва. 3. Техника требует хирургического опыта. 4. Рядом с местом введения анестетика находятся верхнечелюстная артерия и крыловидное сплетение. Случайная травма может вызвать боль и гематому. 5. Зависимость от внеротовых ориентиров. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оператор может допустить технические ошибки: неправильный изгиб шприца или неправильное определение ориентира. 2. Наличие инфицированной ткани может помешать началу анестезии. 3. Отверстие нижней челюсти — ключевой ориентир — может сильно различаться анатомически, что может быть связано с неудачным обезболиванием НАН. 	Отсутствие конечной точки костного контакта.	Введенный раствор анестетика не всегда располагается точно в крылочелюстном пространстве, в области нижнечелюстного отверстия. В ряде случаев неудачи могут быть обусловлены неудовлетворительной техникой выполнения проводниковой анестезии или индивидуальными анатомическими особенностями.
------------	--	--	--	---

Если проводниковая анестезия для блокады нижнего альвеолярного нерва не удалась, врачу следует тщательно оценить свою технику, а также общие анатомические вариации, чтобы определить причины проблемы. Если они не определены точно, это может привести к повторению неудач, повреждению тканей, повышенному риску тризма, снижению уверенности пациента в успешности хирургического лечения и укреплению негативных стереотипах о стоматологах.

Нижние альвеолярные сосуды, особенно нижние альвеолярные вены, расположены в заднебоковой части компонентов нижнего альвеолярного сосудисто-нервного пучка и поэтому больше подвержены травмам от вставки иглы при выполнении обезболивания НАН [199, 170]. Следует предотвратить внутривенную инъекцию путем точной аспирации перед инъекцией раствора анестетика. Анестезию при обезболивании НАН рекомендовано начинать в пределах 3–5 минут и соблюдать время до начала лечения [207, 208]. Ожидание

более 5 минут после обезболивания НАН не увеличивает вероятности успеха анестезии [100].

Попадание кончика иглы вперед или назад за пределы целевой области — частая ошибка клиницистов [168]. Игла должна быть введена на точную глубину 20–25 мм в крыловидно-височное углубление между крыловидно-нижнечелюстным швом и венечной вырезкой [208]. При введении в первую четверть ветви спереди показатель успеха ниже, чем при введении в три четверти ветви сзади, что приводит к увеличению потребности в дополнительной анестезии в 3,94 раза [100].

1.4.2. Особенности использования навигационных систем в местном обезболивании в стоматологии

Траектория инъекции имеет важное значение при оценке точности инъекции. На горизонтальный угол наклона иглы, позволяющий ей достигать кости без повреждения близлежащих структур, могут влиять степень расширения рамы, морфология внутреннего косо́го гребня, морфология язычка, форма зубной дуги и положение зубов [23, 21]. Как правило, цилиндр шприца должен находиться над премолярами на противоположной стороне [193, 256]. Этот угол можно изменить, если кончик иглы не соприкасался с костью при соответствующей глубине введения около 20–25 мм. После определения правильного положения иглы и угла наклона игла извлекается на 1–2 мм и перед инъекцией выполняется аспирация.

Техники дополненной реальности (AR) были внедрены в области челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, но пока не получили широкого распространения [245, 279, 266]. Развитие компьютерной томографии с коническим лучом (КЛКТ) привело к более широкому использованию КТ в челюстно-лицевой области и в полости рта [151].

Won Y. J. и Kang S. H. извлекли файлы цифровых изображений в медицине (DICOM) из доступных данных компьютерной томографии нижней челюсти, включая информацию, полученную перед удалением третьего моляра нижней

челюсти [279]. Файлы DICOM были импортированы в ПО для трехмерной реконструкции нижней челюсти (например, Simplant [Materialise Dental, Левен, Бельгия], InVivoDental [Anatomage, Сан-Хосе, Калифорния, США], OnDemand3D 3D [CyberMed Inc., Сеул, Корея]. Благодаря любой из этих программ данные DICOM для КТ могут быть преобразованы в форматы файлов стереолитографии (STL) (Рисунок 6).

При лечении пациентов, которым требовалась блокада нижнего альвеолярного нерва, использовалась цифровая камера для получения изображений фактической полости рта непосредственно перед введением анестезии.

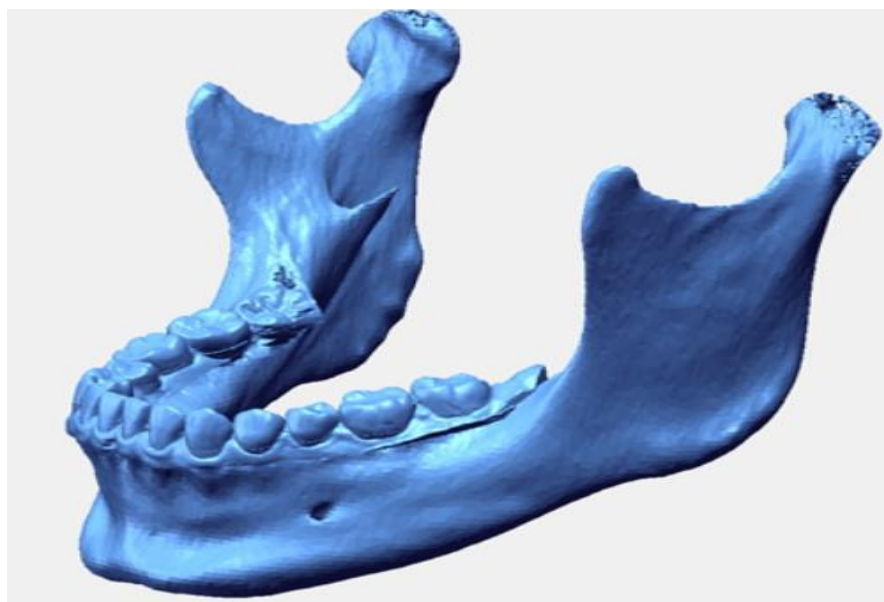


Рисунок 6 — Трехмерная реконструкция нижней челюсти, созданная из изображений компьютерной томографии с использованием ПО для трехмерного моделирования [266]

В таких случаях пациенту было предложено открыть рот таким же образом, как при блокаде нижнего альвеолярного нерва. Внутриротовые фотографии были сделаны под углом, под которым врач смотрит на ротовую полость пациента для инъекции местных анестетиков для обезболивания анестезии правого нижнего альвеолярного нерва (Рисунок 7), затем загружены в компьютер для наложения на 3D-изображения нижней челюсти, которые затем произвольно накладывали на

внутриротовые фотографии на экране компьютера, пока внутриротовые фотографии не стали видны на заднем плане (Рисунок 8). 3D-изображения были увеличены, уменьшены, повернуты и расположены так, чтобы положение зубов на них соответствовало положению на внутриротовых фотографиях.



Рисунок 7 — Внутриротовая фотография, сделанная под углом



Рисунок 8 — Наложение трехмерных изображений нижней челюсти на внутриротовые фотографии [266]

Wang J. и соавт. предложили интегрированный конвейер формирования изображений на базе графического процессора для автостереоскопического

трехмерного отображения в реальном времени и метод автоматической калибровки трехмерного изображения с обратной связью для отображения неискаженных трехмерных изображений [236]. Так, было представлено новое AR-устройство для хирургического наложения 3D-изображений, которое в основном состоит из 3D-дисплея, стереокамеры для трехмерных измерений и рабочей станции для обработки информации. Производительность рендеринга 3D-изображений с разрешением 2560×1600 составляет 50–60 кадров/сек. для моделей поверхности и 5–8 кадров/сек. для больших медицинских объемов. Экспериментальные результаты фантомного эксперимента, моделирующего челюстно-лицевую хирургию, показывают удовлетворительную регистрацию и точность наложения изображений, а также подтверждают пригодность системы. Авторы полагают, что методы AR могут быть легко использованы в клинических условиях для предоставления полезной информации и повышения эффективности процедуры блокады. Клиницисты могут просматривать клинические изображения на мониторе, через прозрачное стекло или на головном дисплее [103].

Представляет интерес изобретение Caillieux N. et al., ангулятора для обезболивания НАН [119]. Анализ 40 осевых томоденситометрических разрезов позволил спроектировать и сохранить наиболее подходящую конфигурацию навигатора. Его эффективность по сравнению с анатомической техникой от руки проверяли на биологическом материале. Угол инъекции зависит от формы зубных дуг и ориентации нижнечелюстных ветвей. Чтобы оценить степень его индивидуальной вариации, на каждом томоденситометрическом разрезе были отмечены три контрольные точки. Ангулятор имеет нижнечелюстной наконечник [T] и трубку [G], соединенные друг с другом тремя ответвлениями [J1], [J2], [J3] (Рисунок 9 а). Положение ретро-нижнечелюстного наконечника и ориентация трубки были настроены в соответствии с характеристиками пациента 1 так, что передневнутренний угол ретро-нижнечелюстного наконечника и ось трубки перекрываются в точке [R] и на оси инъекции, взятой из компьютерной томографии пациента 1. Внутренний диаметр трубки соответствует диаметру корпуса шприца, который, таким образом, может свободно скользить по трубке и вдоль той же оси.

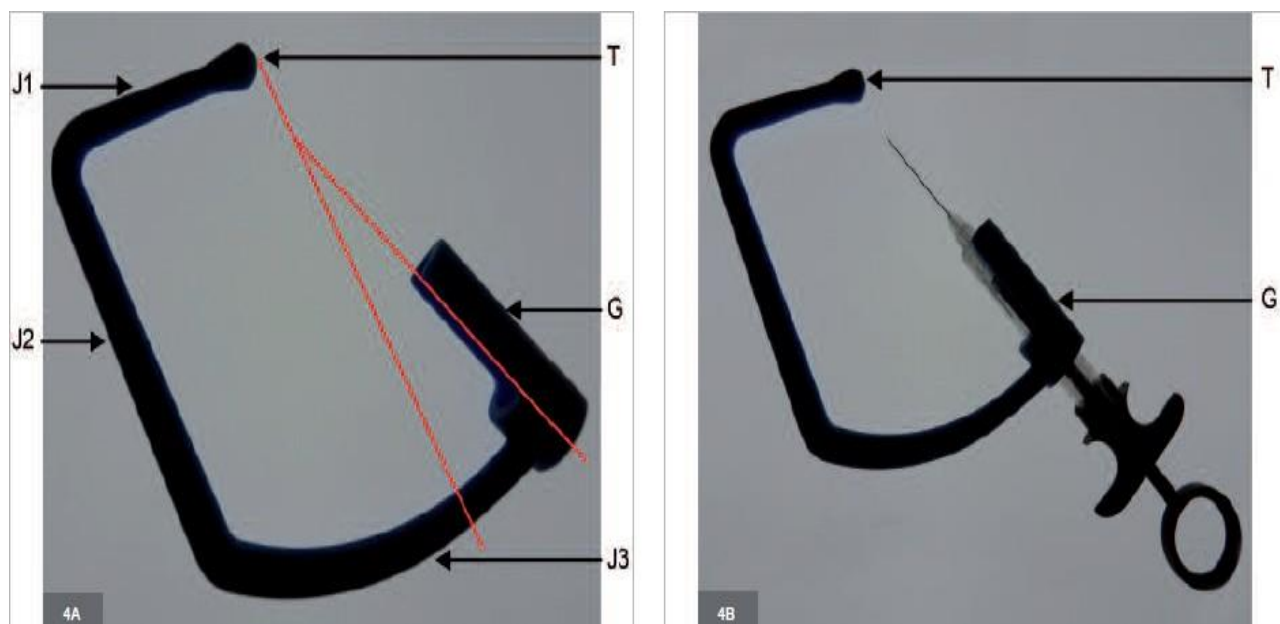


Рисунок 9 — Направляющее устройство, настроенное в соответствии с характеристиками пациента [119]

Несмотря на видимые преимущества, результативность способа невысокая. Так, были получены положительные результаты анестезии только в 58,3 % случаев [119].

Резюме

Резюмируя сведения, отражающие состояние вопроса о роли персонализированного анатомического строения крыловидно-нижнечелюстного пространства, его формы и объема, а также методик, позволяющих оптимизировать траекторию ведения иглы для повышения эффективности и безопасности проводникового обезболивания, следует вывод о недостаточной изученности особенностей клинической анатомии крыловидно-нижнечелюстного пространства, его роли в обеспечении качества обезболивания, а также о комбинированных методах проводникового обезболивания, учитывающих индивидуальную динамическую анатомию пациента.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Общая характеристика методов и объектов исследования

Данное исследование проводили с целью повышения эффективности, а также безопасности выполнения проводниковой анестезии на нижней челюсти. Характеристика объектов исследования представлена в Таблице 4.

Таблица 4 — Характеристика объектов исследования

Метод исследования	Объект исследования	Количество
Анатомическое препарирование	Анатомические материалы головы человека: скелетированная нижняя челюсть	(n=106)
	Фрагмент головы человека с невскрытым крыловидно-нижнечелюстным пространством	(n=46)
Лучевой	Объем крыловидно-нижнечелюстного пространства по данным КТ	(n=58)
Прототипирование	Биомеханическая 3D-модель	(n=1)
	Прототип способа применения приспособления для проведения проводниковой анестезии	(n=1)
Электроодонтодиагностика	Моляры нижней челюсти	(n=60)

Для достижения цели исследование было разделено на следующие этапы:

На анатомическом этапе на анатомических паспортизованных объектах (n=106) проводили исследование особенностей вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти; оценку крыловидно-нижнечелюстного пространства на нижней челюсти и биомеханическое прототипирование пространства для определения зависимости НАН и НАА при

различных положениях нижней челюсти по данным КТ (прототипирование 3D-модель, n=1).

Разработку приспособления для проведения внутривидовой проводниковой анестезии с оценкой точности позиционирования иглы проводили на анатомическом материале [66].

На клиническом этапе исследования проводили апробацию и оценку эффективности применения навигатора для местного обезболивания на основании данных электроодонтодиагностики зубов пациентов (n=60).

2.1.1. Анатомио-экспериментальный этап исследования

На этом этапе мы оценивали результаты измерений на анатомическом материале и данные анонимизированных компьютерных томограмм (Таблица 5).

Таблица 5 — Анализируемые параметры

На анатомическом материале	
Форма черепа	Черепной и лицевой индексы
Определение формы нижней челюсти	
1 — проекционная длина от углов: расстояние от гониона до середины линии между обоими гонионами	
2 — угловая ширина: расстояние между точками гонион	
3 — высота ветви: расстояние от гониона до верхней точки мышелка параллельно заднему краю ветви	
4 — наименьшая ширина ветви: наименьшее расстояние между передними и задними краями ветви	
Параметры для изучения топографии отверстия нижней челюсти	
1 — расстояние от угла нижней челюсти до отверстия (язычка) с обеих сторон	
2 — расстояние от венечного отростка до отверстия (язычка) с обеих сторон	
3 — расстояние от мышелкового отростка до отверстия (язычка) с обеих сторон	
4 — расстояние от переднего края нижней челюсти до отверстия (язычка) с обеих сторон	
5 — ширина ветви нижней челюсти (через отверстие) с обеих сторон	
6 — от вырезки до отверстия (язычка) с обеих сторон	
Объем крыловидно-нижнечелюстной пространства	Проводили мандибулярную анестезию по методу Холстеда, затем вводили жидкотекучий силикон А в КНЧП. Объем КНЧП оценивали след. обр.: после застывания силикон вынимали через распил тела нижней челюсти, сохраняя целостность силикона. Проводили измерения с помощью штангенциркуля через отверстия, считали количества использованных карпул.

Измеряемые расстояния на нижней челюсти представлены на Рисунке 10.

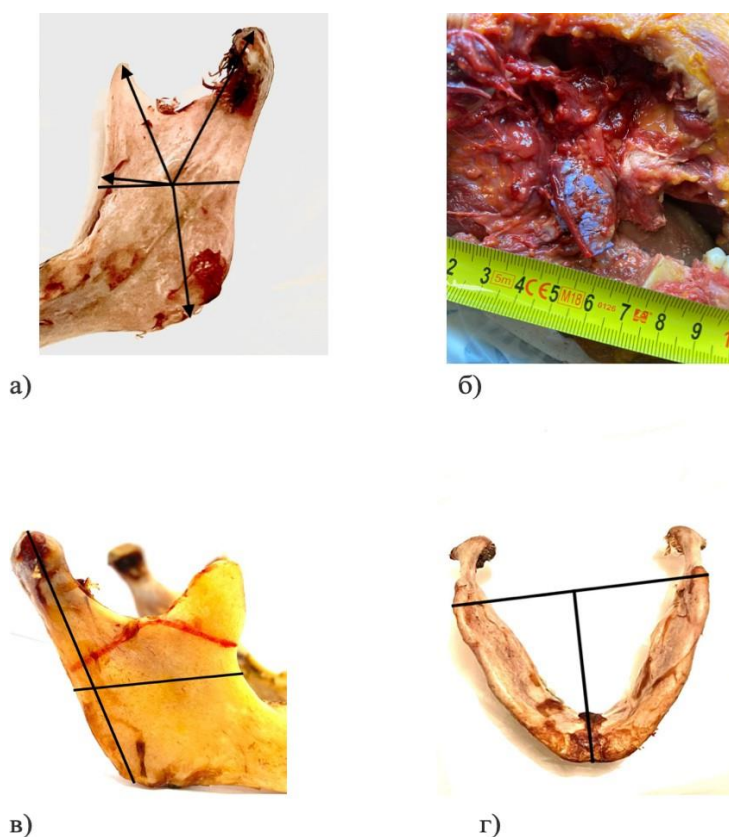


Рисунок 10 — а) параметры для изучения топографии отверстия нижней челюсти; б) измерение объема крыловидно-нижнечелюстного пространства методом инъекции; в) высота и наименьшая ширина ветви для определения формы нижней челюсти; г) угловая ширина и проекционная длина от углов для определения формы нижней челюсти. На скелетированном препарате проводили измерения с помощью штангенциркуля, глубиномера (Digital Caliper, страна производитель — Тайвань). Диапазон измерений составил 0–15 см, погрешность — 0,01мм

По черепному индексу (отношение поперечного размера к продольному, умноженное на 100) весь материал был разделен на 3 группы: долихокрания $\leq 74,9$; мезокрания 75–79,9; брахикрания ≥ 80 .

Кроме того, оценивали лицевой индекс Izard. Лицевой индекс равен процентному отношению расстояния от точки пересечения средней линии лица (oph) и касательной к надбровным дугам до точки gn к ширине лица в области скуловых дуг (zy—zy). Весь материал был разделен на следующие типы лица: широкое лицо $\leq 96,9$; среднее лицо 97–103,9; узкое лицо ≥ 104 .

В зависимости от формы индексы нижней челюсти были разделены на три морфометрических индекса (Рисунок 11).

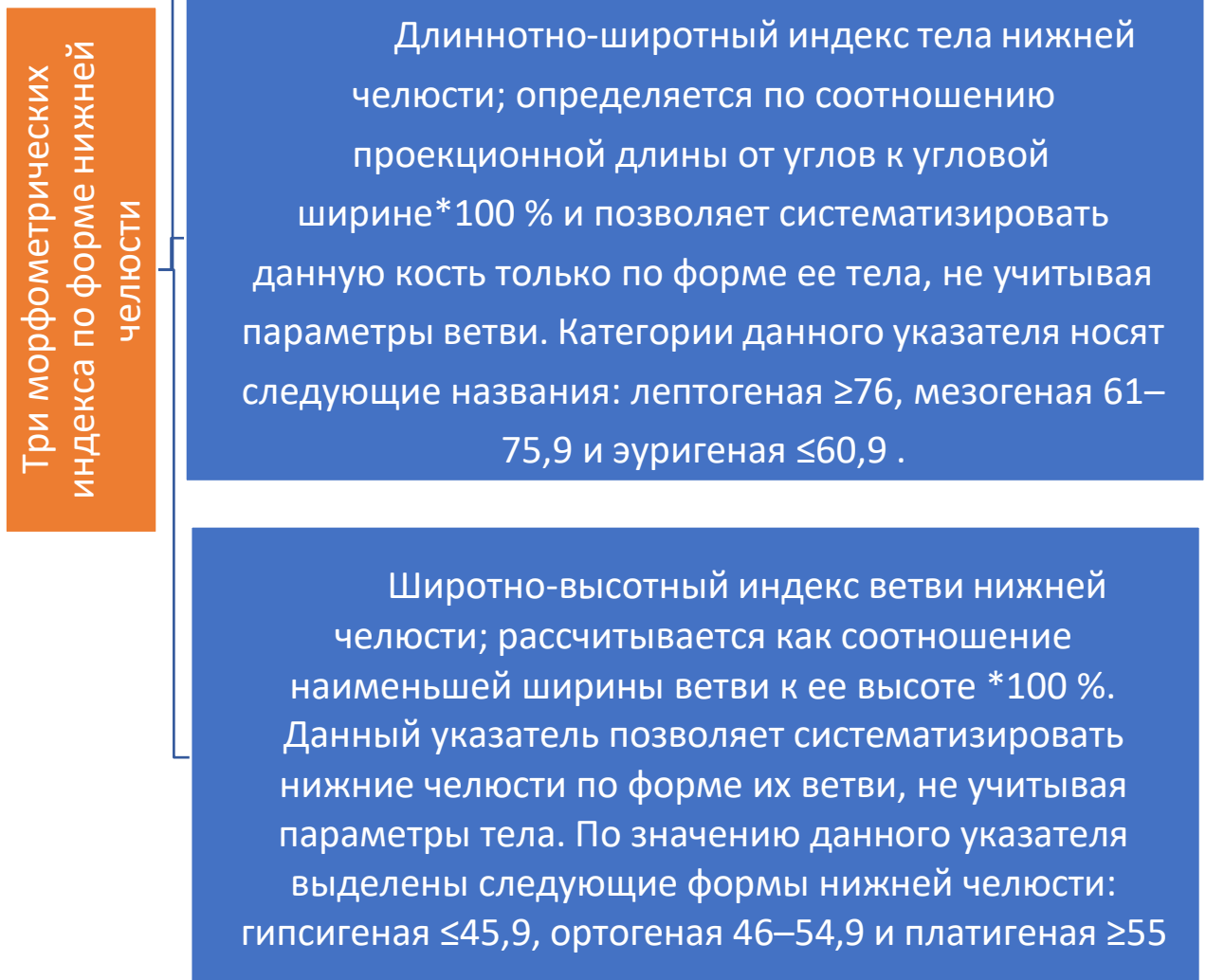


Рисунок 11 — Три морфометрических индекса

В итоге в зависимости от черепного и лицевого индексов и индекса форма нижней челюсти оценивали вариантную анатомию отверстия нижней челюсти.

2.1.2. Клинико-рентгенологическое определение объема крыловидно-нижнечелюстного пространства

Всем пациентам была выполнена мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) на аппарате Philips Brilliance 64 (Philips, США) при напряжении 140 кВ, силе тока 30 мА и толщине среза 0,9 мм, средняя эффективная доза составила 0,8–1,2 мЗв, при костном фильтре, протяженность 200 мм. Укладку пациента осуществляли в положении на спине в стандартном подголовнике с позиционированием согласно лазерным меткам. Область сканирования определяли по топограмме и она включала в себя весь череп. Сканирование осуществляли в каудокраниальном направлении. Постпроцессинговая обработка изображений заключалась в построении мультипланарных (MPR) и трехмерных (3D) реконструкций в различных режимах и проведении необходимых измерений на рабочей станции аппарата МСКТ.

Измерения продольного, поперечного размеров черепа, проекционной длины, угловой ширины нижней челюсти и размеров ветвей проводили при построении MPR реконструкций в костном окне (Рисунок 12).

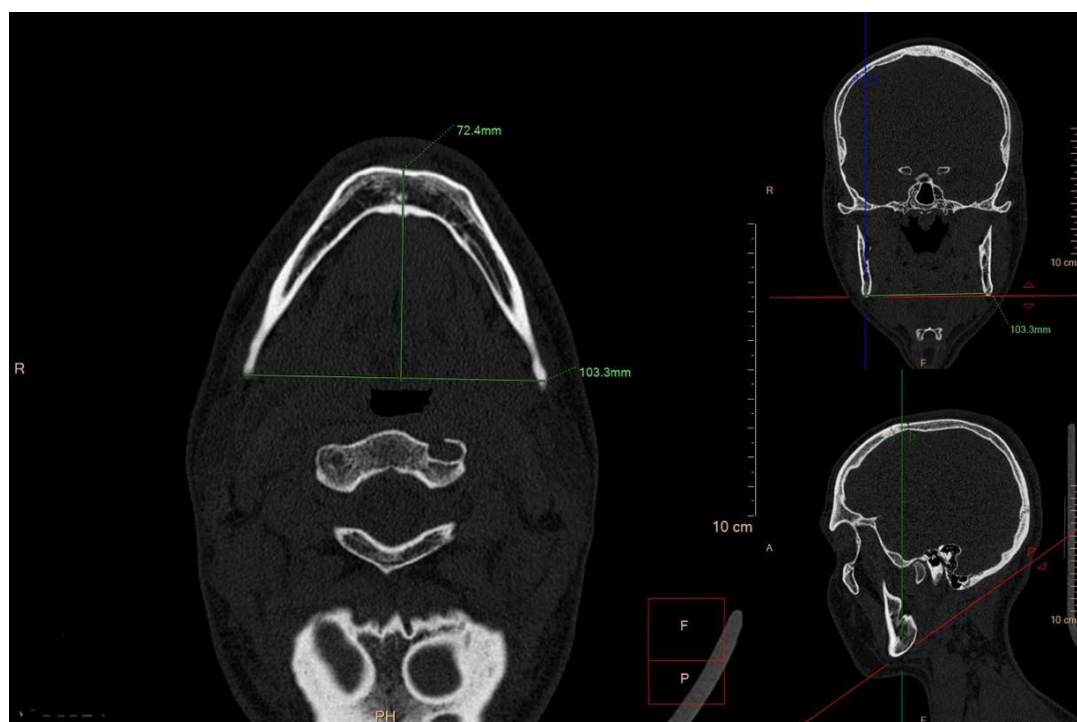


Рисунок 12 — МСКТ, MPR (мультипланарные реконструкции). Измерение проекционной длины и ширины нижней челюсти

Измерение расстояний $orh-ng$ и $zy-zu$ для определения лицевого индекса проводили при построении 3D-реконструкций, имеющихся в пакете аппаратного обеспечения в разделе «Голова», с возможностью их вращений по всем осям.

Объем крыловидно-нижнечелюстного пространства оценивали следующим образом. На мультипланарных реконструкциях в мягкотканном окне в трех взаимно перпендикулярных плоскостях проводили виртуальное окрашивание области интереса с помощью инструмента сегментации с дальнейшим построением объемной реконструкции и измерением объема данной зоны в mm^3 или cm^3 (Рисунок 13).



Рисунок 13 — МСКТ, MPR, аксиальная и фронтальная реконструкции. Сегментация — выделение области КНЧП с автоматическим определением его объема

При необходимости внесения изменений в область искусственного контрастирования использовали инструмент «Ластик». На всех мультипланарных реконструкциях изучаемое пространство представляло собой треугольник. С верхней стороны измеряемое крылочелюстное пространство было ограничено нижней головкой латеральной крыловидной мышцей, с нижней — медиальной крыловидной мышцей, с медиальной — крыловидными мышцами, с латеральной — ветвью нижней челюсти, в переднем — местом прикрепления сухожилия височной мышцы, в заднем — глоточным отростком околоушной слюнной железы.

2.1.3. Экспериментальная работа

На втором этапе проводили биомеханические исследования положения челюсти в программных пакетах SolidWorks.

Цель работы — проведение биомеханических исследований крыловидно-нижнечелюстного пространства для определения зависимости перемещений нижнечелюстного нерва и нижнеальвеолярной артерии от различных положений нижней челюсти. Для достижения поставленной цели исследование было разделено на следующие этапы:

1. Рентгенологическое исследование головы и шеи, а именно: многофазная мультисрезовая компьютерная ангиография (МСКТ-ангиография) головы и шеи.
2. Сегментация анатомических объектов в зоне интереса и генерация трехмерных STL-моделей из рентгенологических данных.
3. Обратное проектирование STL-модели в твердотельную NURBS-модель.
4. Создание расчетной модели, задание свойств материалам и постановка граничных условий для биомеханического анализа.
5. Биомеханический анализ и интерпретация результатов.

Дизайн исследования

Средствами компьютерного моделирования и визуализации *in vivo* исследовали зависимость перемещений нижнеальвеолярного нерва и нижнеальвеолярной артерии от различных положений челюсти. Пространственное отношение между нижнечелюстной артерией и нижнеальвеолярным нервом выражено в площади треугольника, образованного предложенными ниже опорными точками. Результатом моделирования стали количественные данные о перемещениях в крыловидно-нижнечелюстном пространстве при различных положениях челюсти, а именно: вертикальное смещение челюсти на 48 мм (максимальное открытие челюсти), вертикальное смещение челюсти на 48 мм с

трансверзальным смещением на 10 мм в обе стороны поочередно, вертикальное смещение на 34 мм с трансверзальным смещением на 22 мм в обе стороны поочередно. Измерения для всех положений производили в левом крыловидно-нижнечелюстном пространстве.

Данные из КТ

На компьютерном томографе «Canon Aquilion One» (динамический волнометрический 640-срезовый компьютерный томограф) проводили многофазное ангиографическое исследование головы и шеи пациента М (женщина, 61 год) без патологических изменений медиальной группы ветвей наружной сонной артерии. Протокол ангиографического исследования продемонстрирован на Рисунке 14.

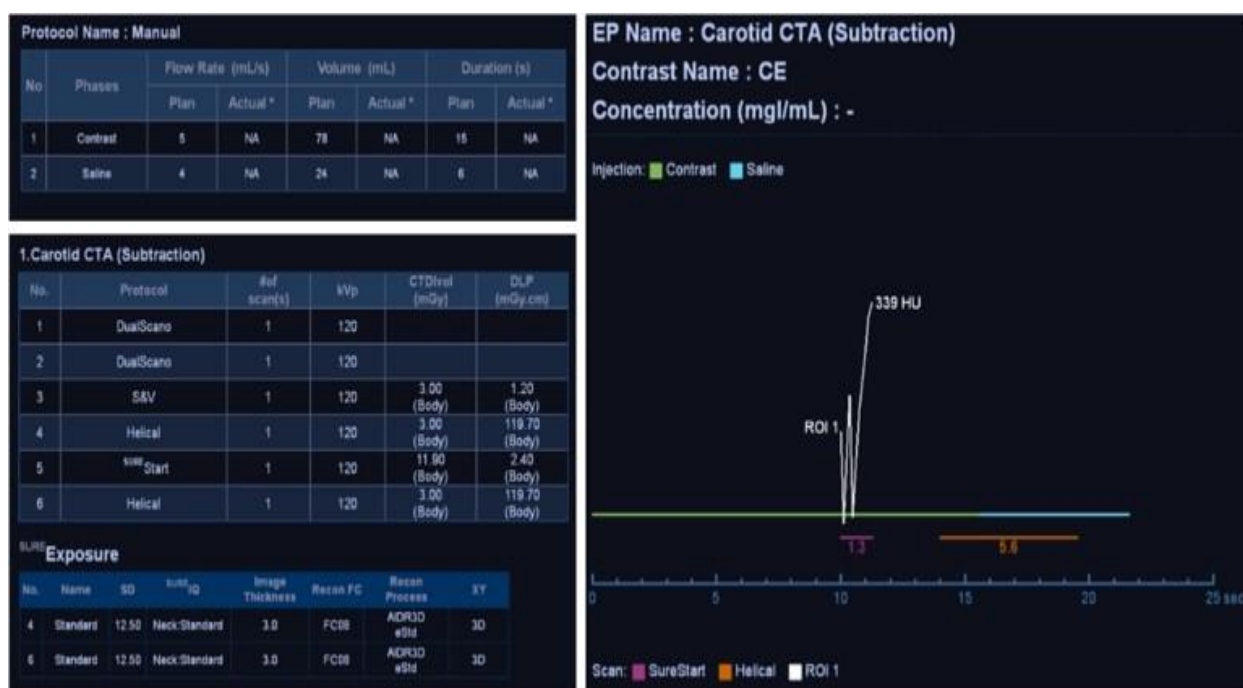


Рисунок 14 — Протокол ангиографического исследования

Из полученных данных в программном обеспечении Инобитек Dicom viewer методом вычислительной субтракционной ангиографии (DSA — digital subtraction angiography) сегментировали артерии головы и шеи. Метод DSA заключается в

вычитании изображения в нативной фазе (без контраста) из изображения в контрастной фазе. В результате такого вычета для каждого слайса формировали новый набор данных, из которого генерируется воксельная модель сосудов (Рисунок 15).

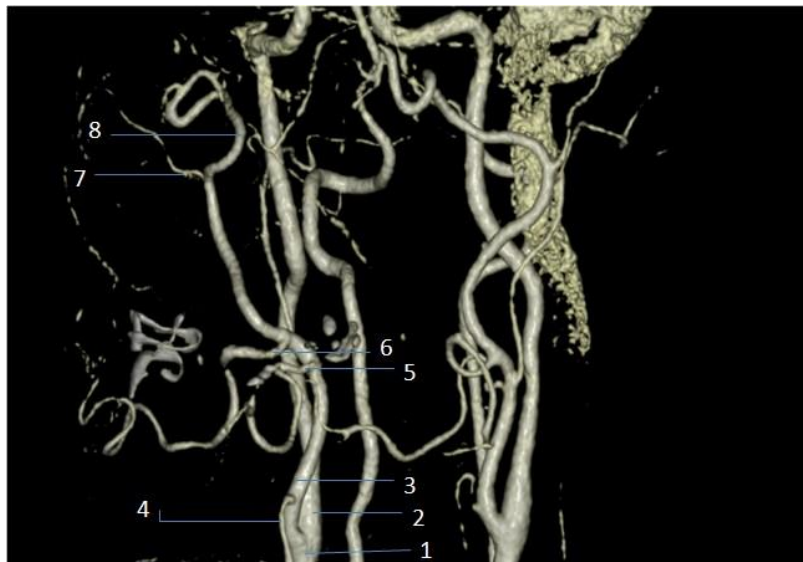


Рисунок 15 — Воксельная реконструкция артериального русла головы и шеи. 1 — общая сонная артерия; 2 — внутренняя сонная артерия; 3 — наружная сонная артерия; 4 — верхняя щитовидная артерия; 5 — язычная артерия; 6 — лицевая артерия; 7 — поверхностная височная артерия; 8 — верхнечелюстная артерия

С помощью алгоритма триангуляции поверхность воксельной модели преобразовывали в полигональную (STL) оболочку и импортировали в ПО SolidWorks для обратного проектирования (Рисунок 16).

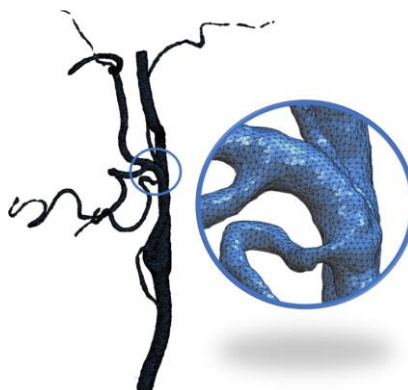


Рисунок 16 — Полигональная STL-модель, включающая ветви наружной сонной артерии

Челюсть и нижнее основание черепа сегментировали из данных КТ-исследования пациента Н (мужчина, 24 года) без патологических изменений органов головы и шеи. Для каждой анатомической структуры выполняли рутинную сегментацию в трех проекциях. Из полученных контуров генерировали воксельную модель, которую затем конвертировали в STL-модель вышеописанным методом.

Обратное проектирование

Из STL-моделей формировали твердотельные NURBS-модели (NURBS — Non-Uniform Rational B-spline) путем сплайн-интерполяции вершин полигонов STL-моделей и формирования гладких поверхностей из полученных сплайнов. Мышцы (жевательные, медиально-крыловидные, латерально-крыловидные), нижнечелюстная связка, височно-нижнечелюстной сустав и нерв моделировали в программном пакете SolidWorks на основе открытой базы данных анатомических структур «BodyParts3D» (Рисунок 17, Рисунок 18).

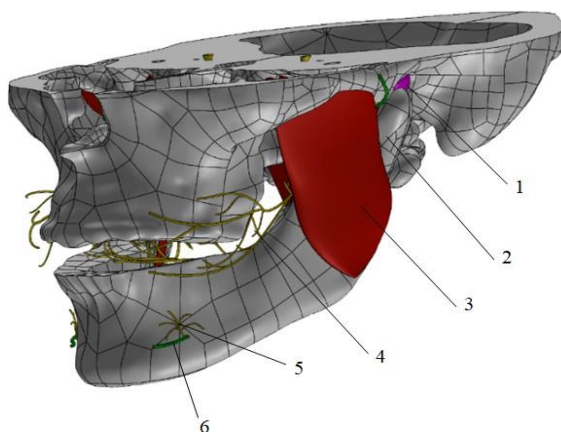


Рисунок 17 — NURBS-модель исследуемого объекта в ПО SolidWorks. 1 — височно-нижнечелюстной сустав; 2 — мыщелковый отросток нижней челюсти; 3 — жевательная мышца; 4 — щечный нерв; 5 — нижний альвеолярный нерв; 6 — нижняя альвеолярная артерия

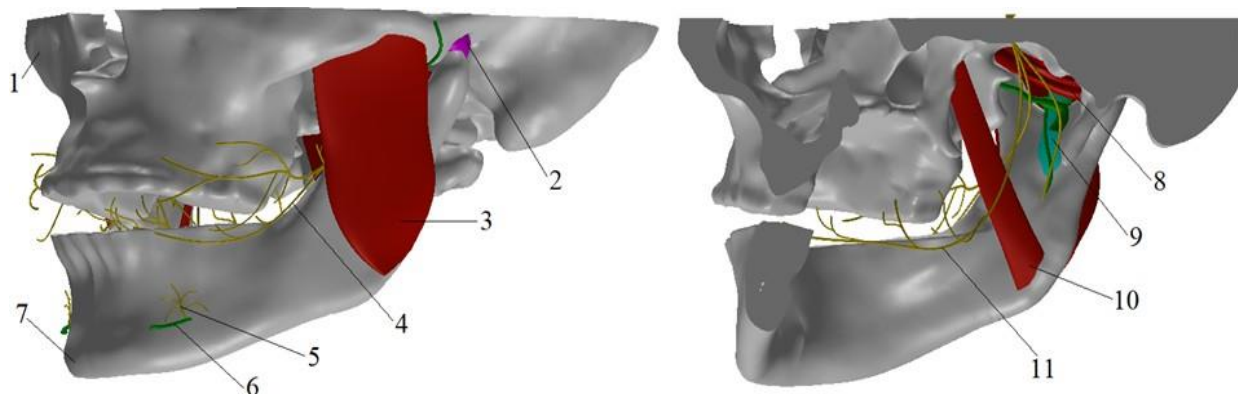


Рисунок 18 — Компьютерная модель черепа и челюсти со структурами: вид сбоку; вид в разрезе (NURBS-поверхности скрыты). 1 — череп; 2 — височно-нижнечелюстной сустав; 3 — жевательная мышца; 4 — щечный нерв; 5 — нижний альвеолярный нерв; 6 — нижняя альвеолярная артерия; 7 — нижняя челюсть; 8 — латеральная крыловидная мышца; 9 — клиновидно-нижнечелюстная связка; 10 — медиальная крыловидная мышца; 11 — язычный нерв

В итоге модель включает в себя нижнюю челюсть, нижнее основание черепа, подъязычную кость, височно-нижнечелюстной сустав, клиновидно-нижнечелюстную связку, 3-ю ветвь тройничного нерва (щечный язычный и нижний альвеолярный нервы), нижнюю альвеолярную артерию, жевательную мышцу, медиальную крыловидную мышцу.

Допущения

Моделирование выполняли при следующих допущениях:

1. По КТ пациента М строится геометрическая модель артерии головы и шеи; по КТ пациента Н строится модель основания черепа и нижней челюсти. Мышцы (жевательные, медиально-крыловидные, латерально-крыловидные), нижнечелюстная связка височно-нижнечелюстной сустав и тройничный нерв смоделированы в соответствии с «BodyParts3D».
2. Модель осесимметрична.
3. Материал структур представлен сплошным, упругим, изотропным и линейно-упругим.

4. Модель зафиксирована у основания черепа, нагрузка представлена в виде заданного смещения челюсти согласно анатомическому движению. Механические характеристики взяты из литературы, ссылки на которую представлены в Таблице 6.

Таблица 6 — Механические свойства материалов (E — модуль упругости, ν — коэффициент Пуассона)

Костная ткань	Мышцы	Связки	Нервы	Височно-нижнечелюстной сустав	Артерии
$E=13700$ МПа, $\nu=0,3$.	$E=0,8$ МПа, $\nu=0,48$	$E=90$ МПа, $\nu=0,35$	$E=3$ МПа, $\nu=0,4$	$E=26,2$ МПа, $\nu=0,49$	$E=0,8$ МПа, $\nu=0,49$
[183]	[276]	[258]	[217]	[218]	[256]

Так как основной задачей было исследование зависимости изменения положения нижнечелюстного нерва при движении челюсти, в данной работе сделан акцент на возникающих перемещениях и условиях контакта элементов друг с другом.

Конечно-элементная модель

Вычислительной основой воспроизведения деформаций в крылочелюстном пространстве является метод конечных элементов (МКЭ). Суть метода заключается в дискретизации континуума на конечное множество элементов. В результате дискретизации создается сетка из границ элементов, пересечение которых образуют узлы. Совокупность всех конечных элементов представляет собой конечно-элементную (КЭ) модель тела.

Сетка конечных элементов генерировалась в ПО Solidworks. Количество тетраэдральных элементов в представленной модели составляет порядка 948 000.

При создании расчетной сетки для каждого элемента выбран контакт, при котором узлы между двумя объектами совпадают друг с другом, обеспечивая

жесткое соединение элементов челюсти, нижней части основания черепа и других структур.

В исследованиях использовали дистанционные смещения, прилагаемые в местах крепления двубрюшной мышцы для открытия челюсти и для сдвижения влево или вправо прилагались смещения к месту крепления латеральной крыловидной мышцы.

Граничные условия

В первой группе исследований челюсть находится в закрытом и открытом состоянии (по оси OZ на 48 мм вниз). В ходе исследований использована дистанционная нагрузка, а именно момент силы равный 72 Н*м , прилагающийся в местах крепления двубрюшной мышцы для открытия челюсти. Зелеными стрелками отображена зафиксированная геометрия, располагающаяся по периметру разреза основания челюсти (Рисунок 19).

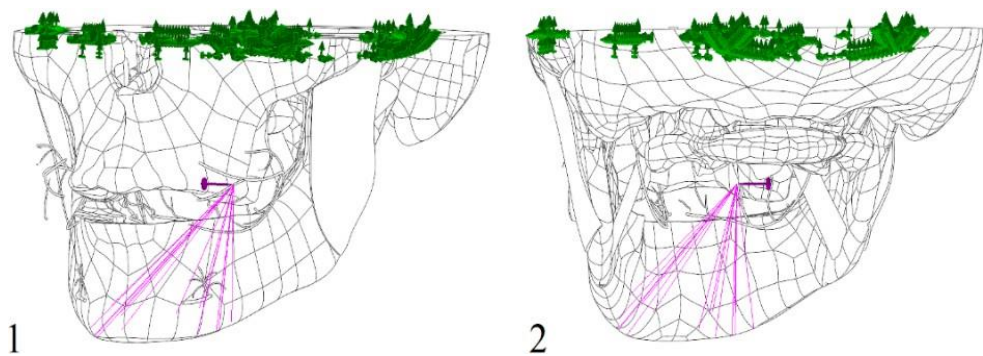


Рисунок 19 — Граничные условия исследуемой модели в случае открытия челюсти (зеленый — фиксированная геометрия, розовый — условия связи). 1. Вид спереди. 2. Вид сзади

Для движения челюсти влево или вправо прилагались смещения к месту крепления латеральной крыловидной мышцы совместно с моментом силы для открытия челюсти.

Во второй группе исследований момент силы, прилагаемый для открытия челюсти, равен 72 Н*м , для смещения челюсти вбок задано дистанционное смещение равное 10 мм. В третьей группе момент силы для открытия челюсти равен 50 Н*м , дистанционное смещение для смещения вбок равно 22 мм. На Рисунке 20 представлены граничные условия открытия челюсти и бокового смещения для второй и третьей групп исследований.

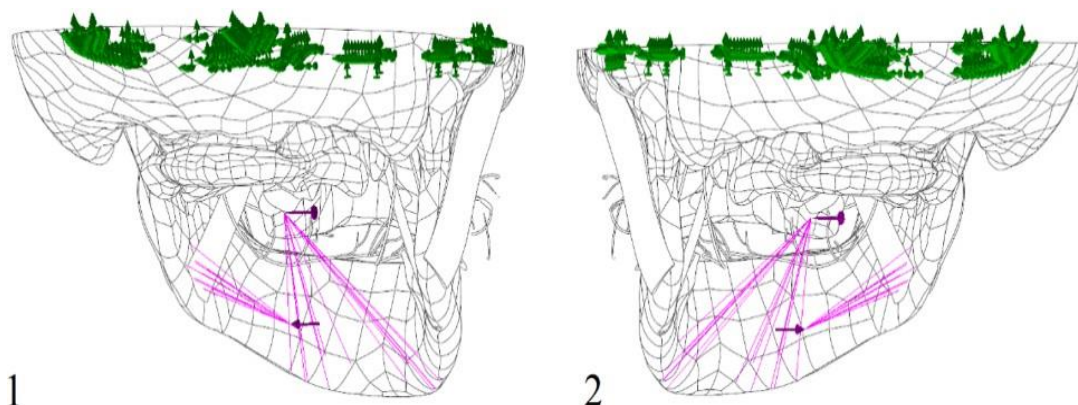


Рисунок 20 — Граничные условия исследуемой модели в случае открытия челюсти и ее бокового смещения. 1. Открытие челюсти по оси OZ и смещение модели вправо по оси OY . 2. Открытие челюсти по оси OZ и смещение модели влево по оси OY (зеленый — фиксированная геометрия, розовый — условия связи)

Пространственное отношение между нижнечелюстной артерией и нижнеальвеолярным нервом выражено в площади треугольника. Выбор метрики базируется на гипотезе: чем выше площадь такого треугольника, тем менее вероятно травмирование нерва или артерии в крыловидно-нижнечелюстном пространстве.

Вершины треугольника. Двумя вершинами треугольника являются точки пересечения нижнего альвеолярного нерва и челюсти с аксиальной плоскостью [J] на уровне точки [J] (Рисунок 21). Точка [J] находится на расстоянии 10 мм краниально относительно нижнечелюстного отверстия, которая, согласно ряду рекомендаций по введению мандибулярной анестезии, является мишенью для ввода иглы.

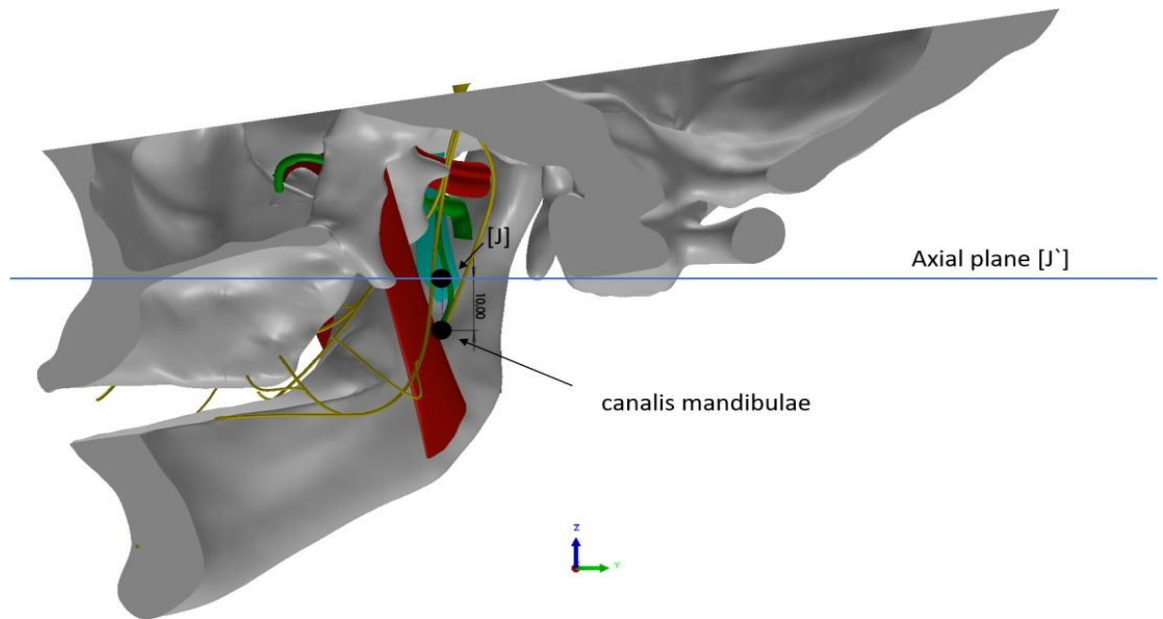


Рисунок 21 — Аксиальная плоскость на CAD-модели исследуемой области, пересекающая опорную точку [J]. Зубы исключены из модели

Пересечение нижнего альвеолярного нерва и челюсти с плоскостью [J] формируют точки [AN] и [JAW] соответственно. Третьей вершиной треугольника является точка в районе нижнечелюстного канала [CM] (Рисунок 22).

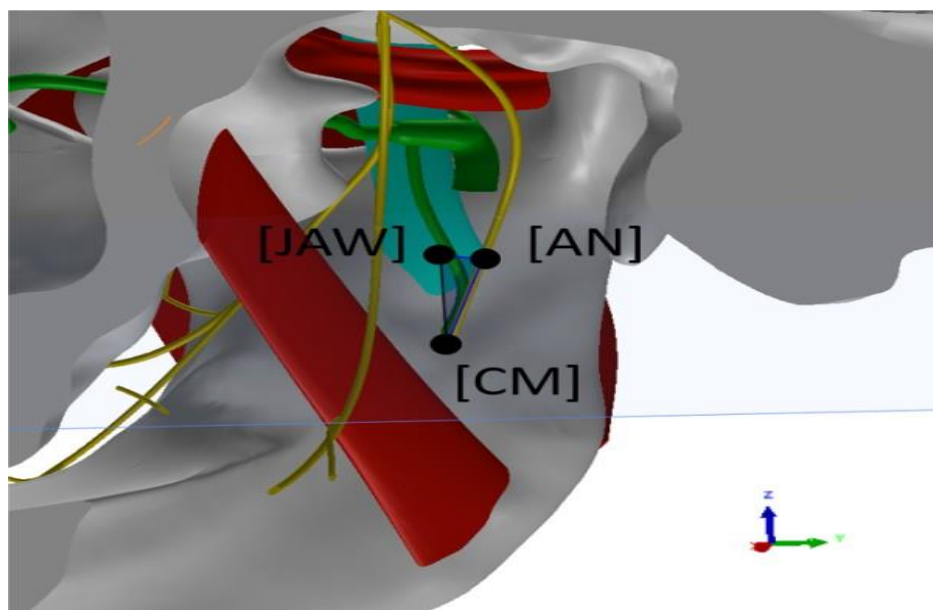


Рисунок 22 — Треугольник (синий), образованный ветвями нижнеальвеолярного нерва [AN], нижнечелюстного канала [CM] и челюсти [JAW]

В построенной расчетной сетке каждой точке присваивается номер узлового значения. При закрытой челюсти (до анализа) определены номер узла и координаты (x, y, z) для точек [JAW], [AN], [CM]. Далее относительно полученного исходного пространственного положения проводили измерения в узлах с помощью команды «Зондирование» для определения новых координат точек при заданном смещении. После рассчитывалась фактическая площадь треугольника.

Оценка вероятности попадания иглы в нерв или сосуд сводится к расчету вероятности попадания точки [N] в полученный треугольник с вписанными в него проекциями нерва и сосуда. Для каждого положения челюсти формируется траектория введения иглы анестезии: между первым и вторым премолярами [F] и геометрическим центром полученного треугольника проводится прямая. Точку [F] пересекает плоскость [F'], перпендикулярная траектории введения иглы. На эту плоскость проецируются полученные треугольники и рассчитывается их площадь (Рисунок 23).

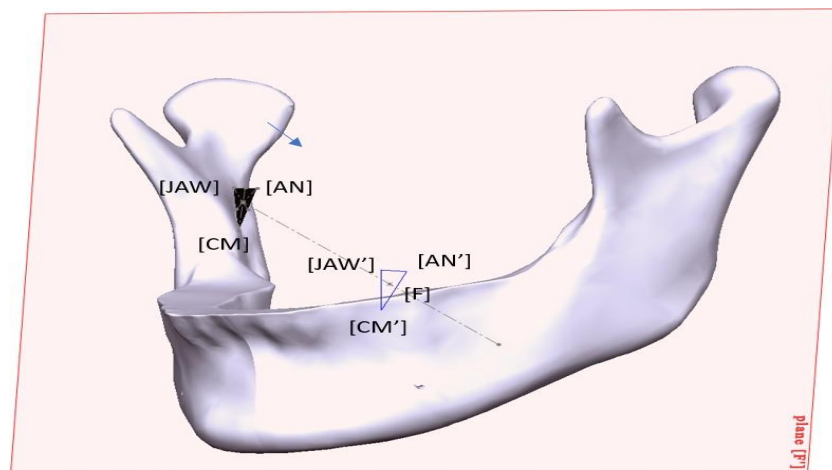


Рисунок 23 — Проекция треугольника на плоскость [F'] по траектории ввода мандибулярной анестезии

2.1.4. Экспериментальная работа по созданию приспособления для проведения обезболивания нижнего альвеолярного нерва

Мы разработали направляющее устройство (стоматологический навигатор), который не предполагает прямого контакта с пациентом, для обезболивания нижнего альвеолярного нерва. Приспособление фиксируется на палец врача, выполняющего инъекцию, и пропускает сквозь себя карпульный иньектор [179].

Дизайн исследования. Средствами компьютерного моделирования и метода конечных элементов исследовали деформированные состояния межкрыловидного пространства при различных положениях челюсти. На основании полученных данных был спроектирован стоматологический навигатор (направляющее устройство) и разработана методика обезболивания НАН.

Челюсть и нижнее основание черепа сегментировали из данных стандартизированного КТ-исследования головы добровольца (мужчина, 24 года) без обнаруженных патологических изменений органов головы и шеи. Для каждой анатомической структуры выполнялась рутинная сегментация в трех проекциях. Зубы в модели отсутствуют, так как на КТ-изображениях присутствовали артефакты. Из полученных контуров генерировалась воксельная модель, которая затем конвертировалась в STL-модель.

Метод навигации по КТ

Были отмечены следующие точки: [J] — точка в центре линии между мышцелковым отростком и углом нижней челюсти, [T] — точка между первым и вторым премолярами (Рисунок 24, Рисунок 25, Рисунок 26).

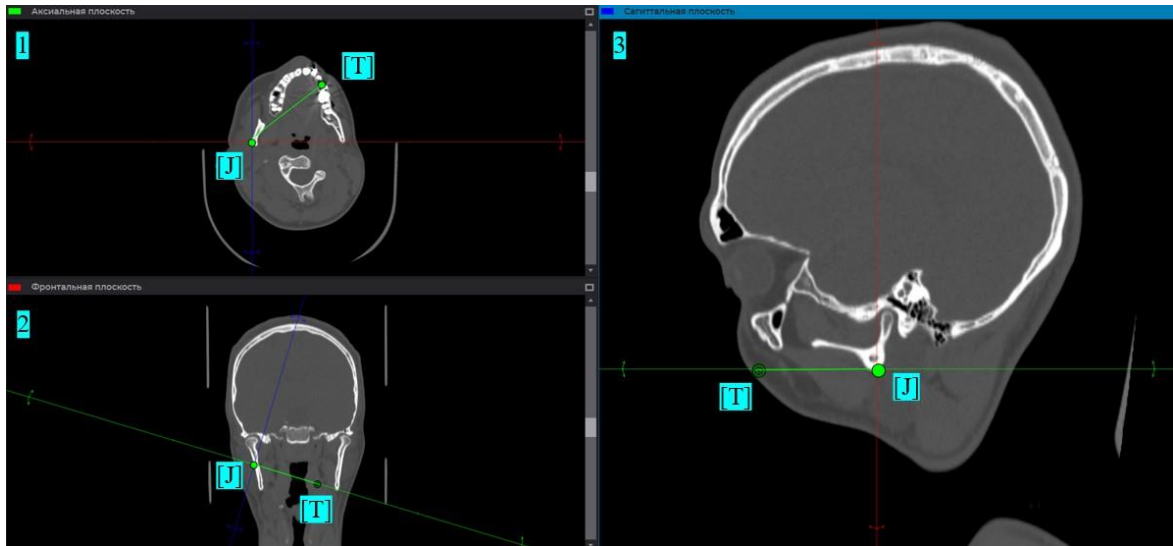


Рисунок 24 — Мультипланарная реконструкция с опорными точками для наведения анестезии. Плоскость пересекает точки [J] и [T], образуя траекторию инъекции и вид 1, сагиттальная плоскость пересекает [J]

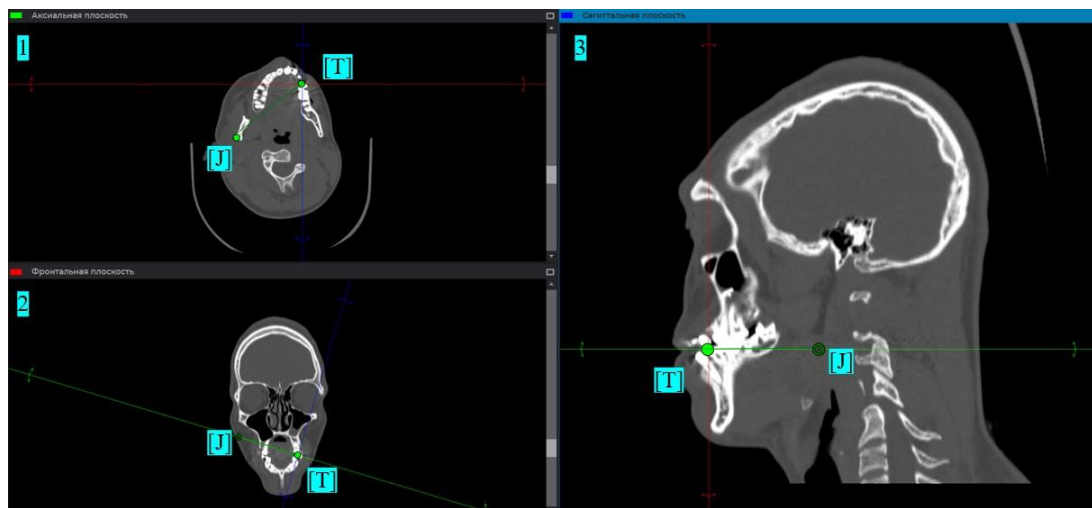


Рисунок 25 — Мультипланарная реконструкция с опорными точками для наведения анестезии. Плоскость пересекает точки [J] и [T], образуя вид 1, сагиттальная плоскость пересекает [T]

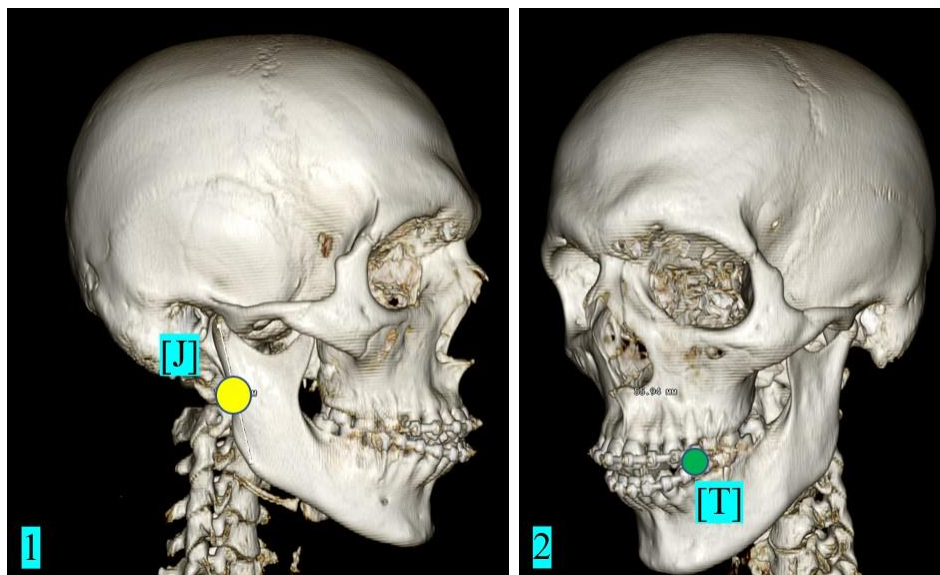


Рисунок 26 — Трехмерная КТ-реконструкция с опорными точками для установки приспособления для проведения проводниковой анестезии

Моделирование навигатора. Моделирование и позиционирование навигатора осуществляли согласно данным и моделям, полученным ранее при конечно-элементном расчете зависимости перемещений нижнечелюстного нерва и нижнеальвеолярной артерии от различных положений нижней челюсти. Пространственное отношение между ними выражалось в площади треугольника, образованного ветвями НАН, НАА и *raphe pterygomandibularis*. Двумя вершинами треугольника являются точки пересечения нижних альвеолярного нерва и альвеолярной артерии с аксиальной плоскостью на уровне точки [J] (Рисунок 27).

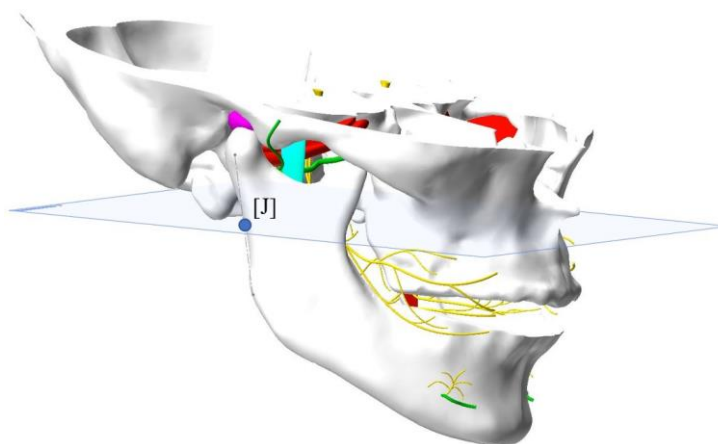


Рисунок 27 — Аксиальная плоскость на САD-модели исследуемой области, пересекающая опорную точку [J]. Зубы исключены из модели

Третья вершина — основание raphe pterygomandibularis (Рисунок 28).

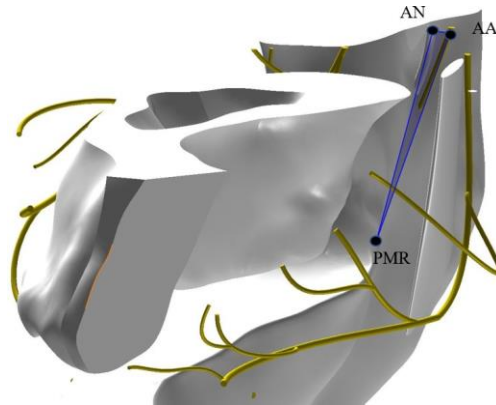


Рисунок 28 — Треугольник (синий цвет), образованный ветвями ААН, ААА и raphe pterygomandibularis [PMR]

Параметр площади представленного треугольника был выбран на основе следующей гипотезы: чем выше этот параметр при вводе иглы мандибулярной анестезии, тем выше вероятность успешного введения мандибулярной анестезии.

Исходя из результатов конечно-элементного моделирования, проведенного ранее, было установлено, что при открытии челюсти вниз на 46 ± 2 мм со смещением вправо на $17^\circ \pm 2^\circ$ площадь треугольника в левом крыловидно-нижнечелюстном пространстве принимает значение $6,7 \pm 0,3$ мм². Из деформированной модели генерировались STL-модели для проектирования концепта и позиционирования приспособления навигационного типа (Рисунок 29).

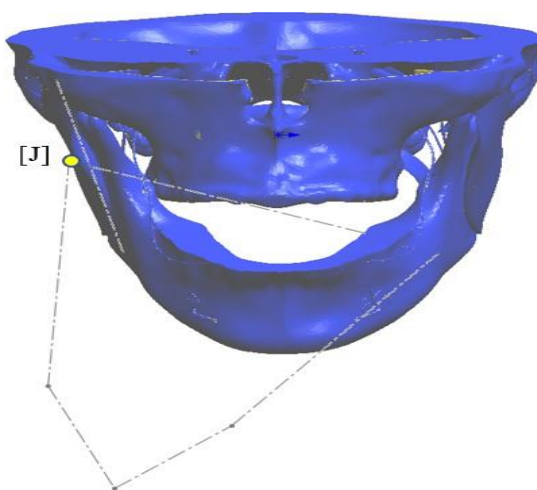


Рисунок 29 — Деформированная модель с траекторией ввода иглы и концепцией позиционирования приспособления навигационного типа

2.1.5. Тестирование приспособления навигационного типа для проведения обезболивания нижнего альвеолярного нерва с помощью электроодонтодиагностики в клинике

Мы анализировали точность данного устройства на анатомическом материале. Исследование проходило на кафедре оперативной хирургии и топографической анатомии Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского Первый МГМУ им. И. М. Сеченова (Сеченовский Университет). Мы зафиксировали разработанное приспособление навигационного типа и вводили силикон с помощью устройства, далее выполняли диссекцию снаружи по ветви нижней челюсти и вскрывали крыловидно-нижнечелюстное пространство для определения точности направляющего устройства путем визуализации геля (Рисунок 30).



Рисунок 30 — Тестирование разработанного приспособления навигационного типа на анатомическом материале

2.1.6. Клиническая оценка эффективности приспособления навигационного устройства

На пятом этапе мы проводили оценку эффективности проводниковой анестезии, выполненной с применением двух методик: методики проводниковой анестезии на нижней челюсти и классической методике по П. М. Егорову, и с применением разработанного устройства в клинике [31]. Количественную оценку проведенного обезболивания производили путем электроодонтометрии (ЭОД) в области моляров нижней челюсти. Использовался ИВН-01 «Пульптест-Про» (Производитель: КАСКАД-ФТО, Россия) (Рисунок 31).



Рисунок 31— Аппарат для электроодонтодиагностики ИВН-01 «Пульптест-Про»

Оценку производили до и через 5, 15 и 30 минут после выполненной инъекции. Методика процедуры была следующей: пациенту предлагали удерживать включенную кнопку на нейтральном электроде (предварительно обернув его увлажненной марлей), который пациент фиксировал в руке. При исследовании зуба проводили прикладывание активного электрода, через который осуществлялась передача электрического тока на зуб до тех пор, пока пациент не начинал ощущать минимального дискомфорта. При этом осуществлялось размыкание электрической цепи путем разжатия кнопки, а цифровое табло

аппарата сохраняло последнее показание тока. Критерием наступления пульпарной анальгезии служила величина от 92 до 100 мкА.

2.2. Статистическая обработка данных

Статистический анализ данных проводили с использованием программного обеспечения R4.2.1 (RStudio). Выбор методик осуществляли с учетом цели исследования и использованного дизайна. В качестве описательных статистик для непрерывных признаков использовали среднее и стандартное отклонение либо медиану и межквартильный интервал. Характер распределения проверяли по Qq-граммам и критерию Шапиро-Уилкса. Для категориальных признаков указывали процентную долю и стандартную ошибку доли. Для сравнения групп применяли параметрические и непараметрические критерии с учетом характера распределения. Для проведения корреляционного анализа использовали коэффициент корреляции Спирмена или Пирсона. По проверке нулевой гипотезы принимали значение $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Оценка результатов измерений на анатомическом материале

3.1.1. Распределение анатомического материала по полу, возрасту, ИМТ

Характеристики выборки

Средний возраст анатомического материала составил $72,67 \pm 11,47$ лет (Рисунок 32).

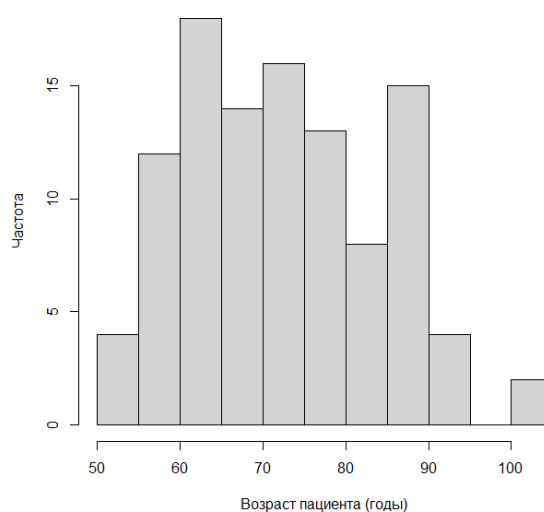


Рисунок 32 — Распределение по возрасту

Распределение обследованных по полу отличалось преобладанием мужчин (60,38 %) по сравнению с женщинами (39,62 %). Средний рост составил $168,91 \pm 10,47$ см (Рисунок 33).

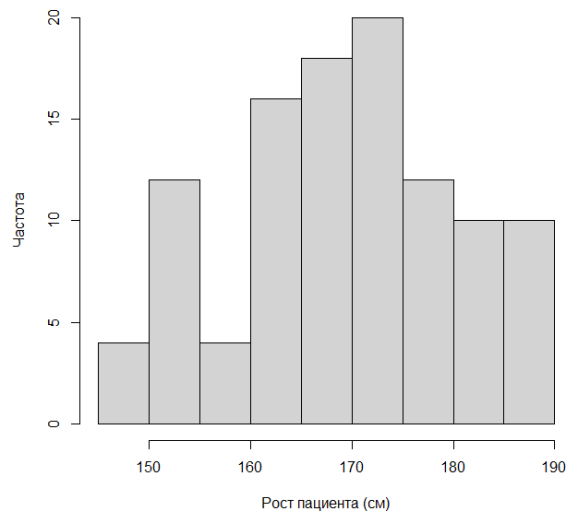


Рисунок 33 — Распределение по росту

Средний ИМТ составил $23,93 \pm 5,83$ кг/см², что соответствует нормальному весу человека (Рисунок 34).

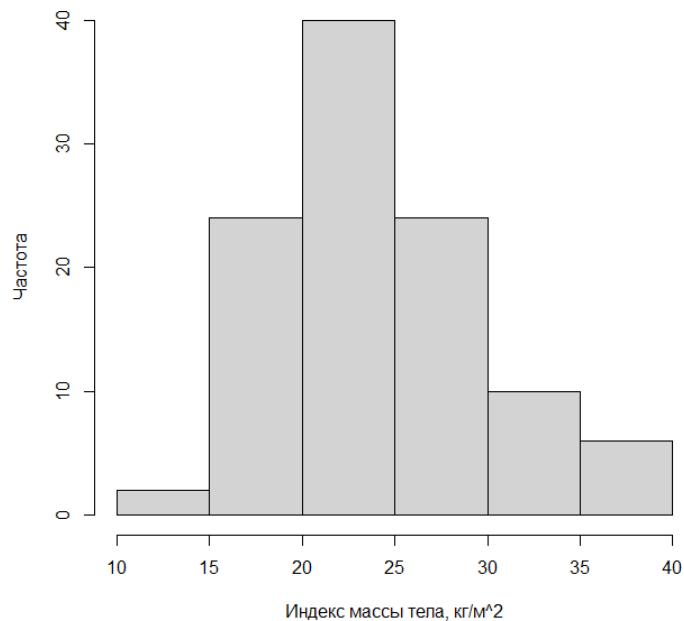


Рисунок 34 — Распределение доноров препаратов по ИМТ

По черепному индексу все исследуемые были разделены на 3 группы: долихокrania — 49,06 %; мезокrania — 28,30 %; брахикrania — 22,64 %. По морфологическому лицевому индексу (IFM) Izard пациенты имели следующие типы лица: широкое лицо — 30,19 %, среднее лицо — 15,09 %, узкое лицо — 54,72 %.

Были выделены следующие формы нижней челюсти:

1) по высотно-длиннотному индексу справа: медиогения — 60,38 %; долихогения — 35,84 %; брахигения — 3,77 %;

2) по высотно-длиннотному индексу слева: медиогения — 58,49 %; долихогения — 32,07 %; брахигения — 9,43 %;

3) по длиннотно-широтному индексу: эуригения — 0 %, мезогения — 13,21 %, лептогения — 86,79 %;

4) по широтно-высотному индексу справа: платигения — 45,28 %, ортогения — 49,06 %, гипсигения — 5,66 %;

5) по широтно-высотному индексу слева: платигения — 37,74 %, ортогения — 50,94 %, гипсигения — 11,32 %.

Состояние зубного ряда по Кеннеди: 1 класс — 32, 2 класс — 18, 3 класс — 4, полная адентия — 28, сохраненный зубной ряд — 24 образца (Рисунок 35).

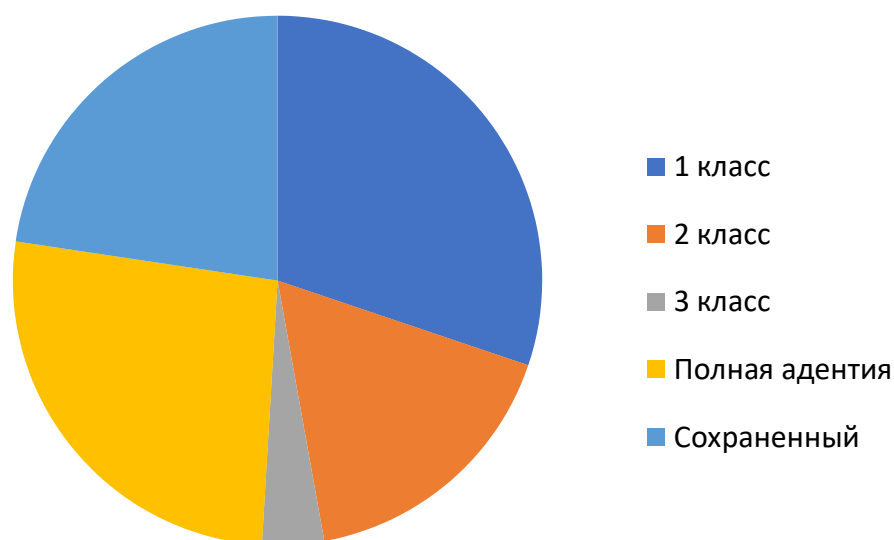


Рисунок 35 — Состояние зубного ряда по Кеннеди

Описательные статистики для характеристики морфометрических параметров для определения формы нижней челюсти представлены в Таблице 7.

Таблица 7 — Сравнительная характеристика морфометрических параметров для определения формы нижней челюсти

Параметр			$\bar{x} \pm SD$	Me (МКИ)	Минимум	Максимум
Проекционная длина от углов			6,64±0,63	6,7 (6,3–7,0)	5,1	7,7
Угловая ширина			9,78±0,75	9,9 (9,4–10,3)	8,2	11,4
Высота ветви	Сторона	П	6,54±0,57	6,5 (6,1–6,9)	5,5	7,9
		Л	6,49±0,57	6,4 (6,1–6,9)	5,4	7,8
Наименьшая ширина ветви	Сторона	П	3,02±0,42	3,0 (2,8–3,3)	2,1	3,9
		Л	3,0±0,43	3,0 (2,7–3,4)	2,2	3,7

Примечание: П — правая сторона, Л — левая сторона

Численные данные по расположению нижнечелюстного отверстия с использованием различных анатомических ориентиров представлены в Таблице 8.

Таблица 8 — Описательные статистики для параметров расположения нижнечелюстного отверстия

Параметр			$\bar{x} \pm SD$	Me (МКИ)	Минимум	Максимум
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	П		3,09±0,38	3,1 (2,81–3,40)	2,11	3,89
	Л		3,04±0,42	3,07 (2,09–3,94)	2,09	3,94
Расстояние от язычка до венечного отростка	П		3,57±0,39	3,58 (2,48–4,44)	2,48	4,44
	Л		3,67±0,41	3,65 (2,60–4,56)	2,60	4,56

Продолжение Таблицы 8

Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	П	3,84±0,32	3,81 (3,56–4,14)	3,13	4,53
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	Л	3,88±0,37	3,88 (3,56–4,11)	2,85	4,57
Расстояние язычка до переднего края нижней челюсти	П	1,63±0,23	1,63 (1,52–1,87)	1,3	2,27
Расстояние язычка до переднего края нижней челюсти	Л	1,69±0,21	1,68 (1,56–1,80)	1,27	2,32
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	П	3,28±0,31	3,02 (2,76–3,20)	2,41	3,88
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	Л	3,05±0,30	3,07 (2,87–3,21)	2,51	4,05
От язычка до вырезки	П	1,89±0,33	1,89 (1,71–2,12)	1,13	2,51
От язычка до вырезки	Л	1,91±0,37	1,96 (1,67–2,19)	0,97	2,52

Примечание: П — правая сторона, Л — левая сторона

На гистограммах ниже показано распределение значений изучаемых параметров по частоте (Рисунок 36 — Рисунок 41). По ряду характеристик прослеживаются различия в зависимости от стороны.

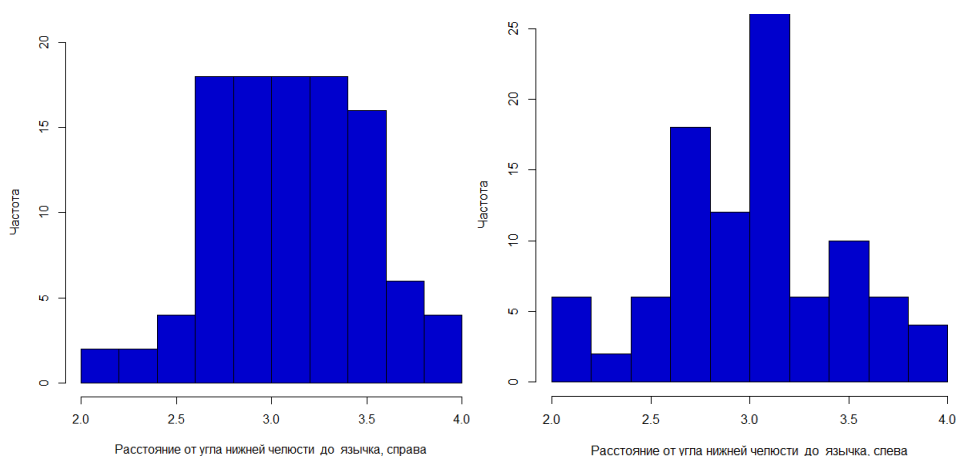


Рисунок 36 — Расстояние от угла нижней челюсти до язычка: справа, слева (в см)

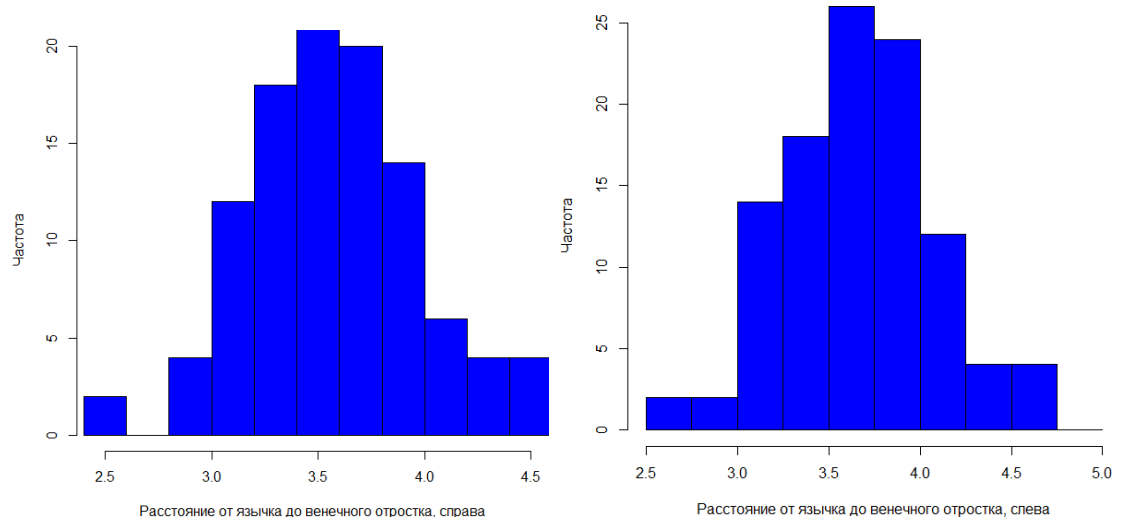


Рисунок 37 — Расстояние от язычка до венечного отростка: справа, слева (в см)

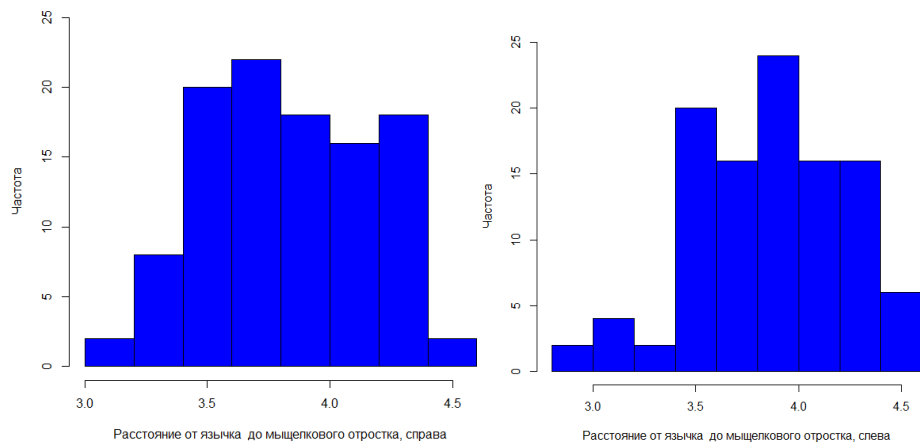


Рисунок 38 — Расстояние от язычка до мышечкового отростка, справа, слева (в см)

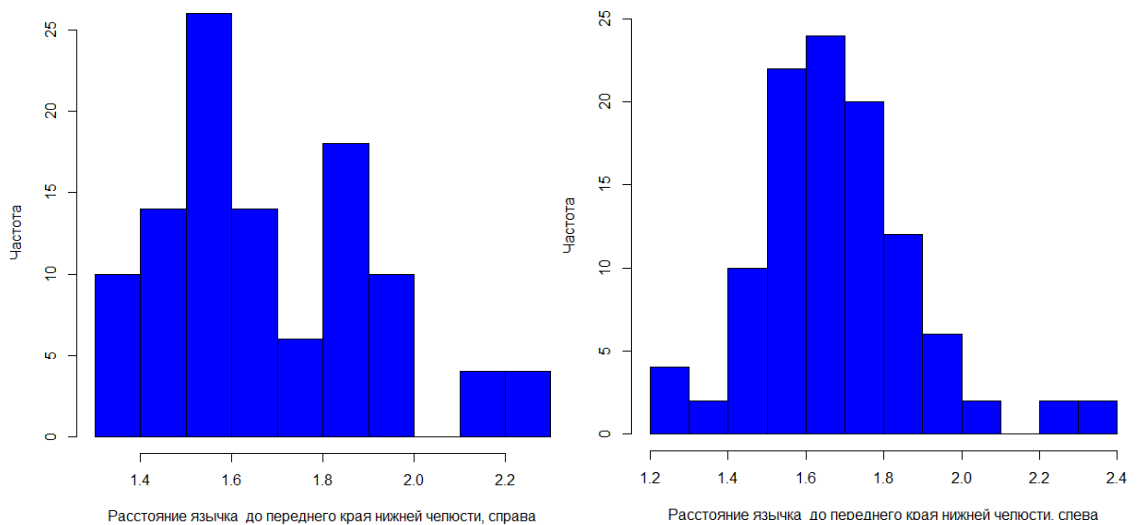


Рисунок 39 — Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти: справа, слева (в см)

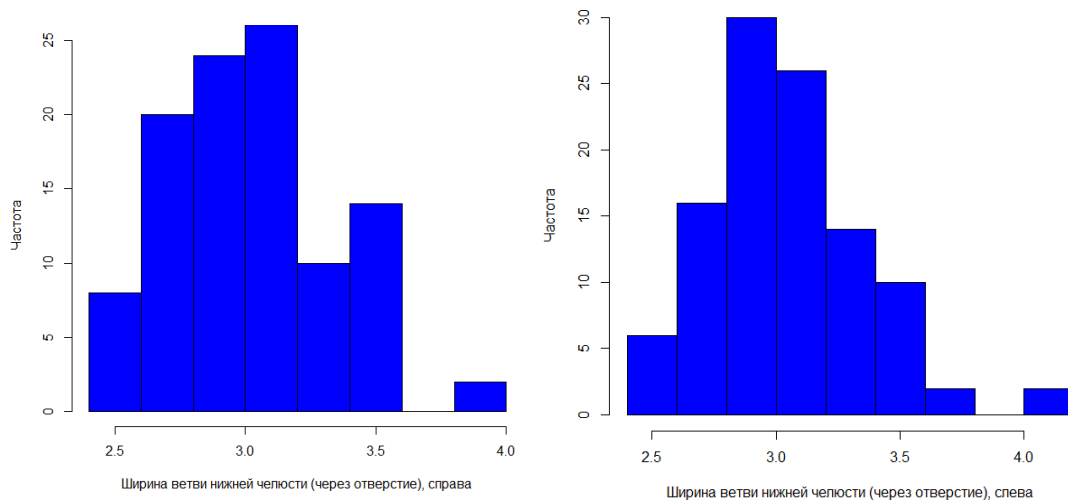


Рисунок 40 — Ширина ветви нижней челюсти: справа, слева (в см)

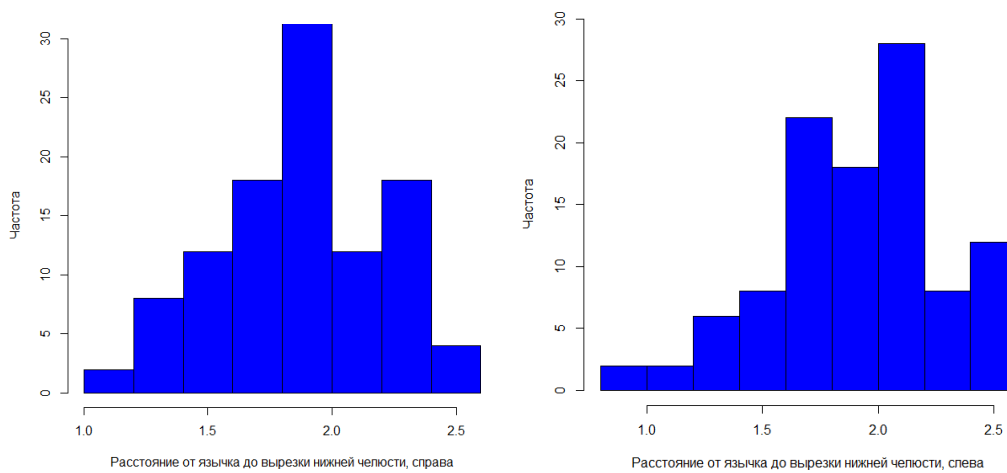


Рисунок 41 — Расстояние от язычка до вырезки нижней челюсти: справа, слева (в см)

3.1.2. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с черепным индексом

Результаты изучения возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной черепного индекса для правой стороны представлены в Таблице 9.

Таблица 9 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной черепного индекса для правой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,005$; $p = 0,96$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,102$; $p = 0,296$ — корреляция очень слабая обратная
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,108$; $p = 0,271$ — корреляция очень слабая обратная
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = -0,038$; $p = 0,701$ — нет корреляции
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = -0,025$; $p = 0,932$ — нет корреляции
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,008$; $p = 0,932$ — нет корреляции

Отмечена корреляция в обоих направлениях, незначительная сила связи между характеристиками, а также отсутствие доказательств статистической значимости различий.

Результаты поиска возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной черепного индекса для левой стороны представлены в Таблице 10.

Полученные результаты говорят о незначительных взаимосвязях (в основном отрицательные по направленности) с величиной черепного индекса. Статистически значимых корреляций не установлено.

Таблица 10 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной черепного индекса для левой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,143$; $p = 0,143$ — корреляция очень слабая обратная
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,041$; $p = 0,675$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,154$; $p = 0,114$ — корреляция очень слабая обратная
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = -0,141$; $p = 0,148$ — корреляция очень слабая обратная
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = -0,051$; $p = 0,6009$ — нет корреляции
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,052$; $p = 0,6$ — нет корреляции

3.1.3. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с лицевым индексом

Результаты изучения корреляции с лицевым индексом справа представлены в Таблице 11.

Таблица 11 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной лицевого индекса для правой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = 0,184$; $p = 0,059^*$ — корреляция очень слабая прямая, пограничная статистическая значимость (значимость на уровне $p = 0,1$)
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,045$; $p = 0,647$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,106$; $p = 0,280$ — корреляция очень слабая прямая
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,032$; $p = 0,741$ — нет корреляции
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,154$; $p = 0,115$ — корреляция очень слабая прямая
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,127$; $p = 0,195$ — корреляция очень слабая обратная

Также нами получены сведения о возможной корреляции с лицевым индексом для левой стороны. Данные представлены в Таблице 12.

Таблица 12 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной лицевого индекса для левой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = 0,200$ (95 % ДИ от 0,011 до 0,396); $p = 0,03969$ — корреляция очень слабая прямая, статистически значимая
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,201$ (95 % ДИ от -0,390 до -0,020); $p = 0,039$ — корреляция очень слабая обратная, статистически значимая
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,097$; $p = 0,324$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,102$; $p = 0,296$ — корреляция очень слабая прямая
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,215$ (95 % ДИ от 0,049 до 0,389); $p = 0,027$ — корреляция очень слабая прямая, статистически значимая
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,188$; $p = 0,053^*$ — корреляция очень слабая обратная, пограничная статистическая значимость (значимость на уровне 0,1).

Вывод: имеются статистически значимые взаимосвязи между лицевым индексом и тремя параметрами (для левой стороны), а именно: расстояние от угла нижней челюсти до язычка, расстояние от язычка до венечного отростка, ширина ветви нижней челюсти.

3.1.4. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с высотно-длиннотным индексом справа

Проанализированы данные с учетом различных форм нижней челюсти. Значения для высотно-длиннотного индекса для правой стороны представлены в Таблице 13.

Таблица 13 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной высотно-длиннотного индекса для правой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = 0,543$ (95 % ДИ от 0,369 до 0,686); $p = <0,0001$ — корреляция средняя прямая статистически значимая
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = 0,319$ (95 % ДИ от 0,135 до 0,485); $p = 0,0009$ — корреляция слабая прямая статистически значимая
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,339$ (95 % ДИ от 0,185 до 0,476); $p = 0,0004$ — корреляция слабая прямая статистически значимая
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,191$; $p = 0,0493^*$ — корреляция очень слабая прямая статистически значимая (пограничная значимость)
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,044$; $p = 0,6504$ — нет корреляции
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = 0,163$; $p = 0,096$ — корреляция очень слабая прямая

Таким образом, выявлены статистически значимые прямые корреляции с высотно-длиннотным индексом, правая сторона, для следующих параметров: расстояние от угла нижней челюсти до язычка, расстояние от язычка до венечного отростка, расстояние от язычка до мышцелкового отростка.

3.1.4. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с высотно-длиннотным индексом слева

Данные, полученные при изучении данного морфометрического индекса с левой стороны, представлены в Таблице 14.

Таблица 14 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной высотно-длиннотного индекса для левой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = 0,454$ (95 % ДИ от 0,270 до 0,621); $p < 0,0001$ — прямая средняя корреляция
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = 0,239$ (95 % ДИ от 0,058 до 0,397); $p = 0,014$ — прямая слабая корреляция
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,363$ (95 % ДИ от 0,191 до 0,511); $p = 0,0001$ — прямая слабая корреляция
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,061$; $p = 0,532$ — нет корреляции
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = -0,023$; $p = 0,815$ — нет корреляции
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = 0,342$ (95 % ДИ от 0,146 до 0,508); $p = 0,0003$ — прямая слабая корреляция

Вывод: установлена прямая статистически значимая корреляция между высотно-длиннотным индексом слева и следующими показателями: расстояние от угла нижней челюсти до язычка, расстояние от язычка до венечного отростка, расстояние от язычка до мышцелкового отростка, а также от язычка до вырезки.

3.1.5. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с длиннотно-широтным индексом слева

Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с длиннотно-широтным индексом и показателями слева позволила получить следующие данные, которые представлены в Таблице 15.

Таблица 15 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной длинотно-широтного индекса для левой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,084$; $p = 0,393$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,104$; $p = 0,289$ — обратная очень слабая корреляция
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = -0,099$; $p = 0,311$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,080$; $p = 0,412$ — нет корреляции
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,213$ (95 % ДИ от 0,025 до 0,400); $p = 0,028$ — прямая слабая корреляция
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,039$; $p = 0,694$ — нет корреляции

Вывод: выявлена прямая слабая взаимосвязь между шириной ветви нижней челюсти и длинотно-широтным индексом слева.

3.1.6. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с длинотно-широтным индексом справа

Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с длинотно-широтным индексом и показателями слева позволила получить следующие данные, которые представлены в Таблице 16.

Таблица 16 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной длинотно-широтного индекса для правой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,079$; $p = 0,422$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,174$; $p = 0,074^*$ — обратная очень слабая корреляция (статистическая значимость на уровне 0,1)
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,080$; $p = 0,414$ — нет корреляции
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,151$; $p = 0,123$ — очень слабая корреляция
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,193$ (95 % ДИ от -0,033 до 0,394); $p = 0,048$ — прямая очень слабая корреляция
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,109$; $p = 0,266$ — обратная очень слабая корреляция

Вывод: выявлена статистически значимая прямая очень слабая корреляция между длиннотно-широтным индексом справа и шириной ветви нижней челюсти.

3.1.7. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с широтно-высотным индексом справа

Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с широтно-высотным индексом и показателями справа позволила получить следующие данные, которые представлены в Таблице 17.

Таблица 17 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной широтно-высотного индекса для правой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,237$ (95 % ДИ от $-0,425$ до $-0,030$); $p = 0,014$ — обратная слабая корреляция
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,115$; $p = 0,241$ — обратная очень слабая корреляция
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = -0,126$; $p = 0,197$ — обратная очень слабая корреляция
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,366$ (95 % ДИ от $0,182$ до $0,530$); $p = 0,0001$ — прямая слабая корреляция
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,448$ (95 % ДИ от $0,260$ до $0,607$); $p < 0,0001$ — прямая средняя корреляция
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,192$ (95 % ДИ от $-0,388$ до $0,018$); $p = 0,048$ — обратная очень слабая корреляция

Вывод: присутствует корреляция между широтно-высотным индексом справа и следующими параметрами: обратная корреляция — расстояние от угла нижней челюсти до язычка, от язычка до вырезки; прямая корреляция — ширина ветви нижней челюсти, расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти.

3.1.8. Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с широтно-высотным индексом слева

Оценка корреляции положения нижнечелюстного отверстия с широтно-высотным индексом и показателями слева позволила получить следующие данные, которые представлены в Таблице 18.

Таблица 18 — Коэффициент корреляции возможной взаимосвязи выбранных параметров с величиной широтно-высотного индекса для левой стороны

Параметр	Коэффициент корреляции
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,229$ (95 % ДИ от $-0,414$ до $-0,028$); $p = 0,018$ — обратная слабая корреляция
Расстояние от язычка до венечного отростка	$\rho = -0,271$ (95 % ДИ от $-0,438$ до $-0,097$); $p = 0,005$ — обратная слабая корреляция
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	$\rho = -0,218$; $p = 0,02564$ — обратная слабая корреляция
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = 0,273$ (95 % ДИ от $0,092$ до $0,444$); $p = 0,004$ — прямая слабая корреляция
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	$\rho = 0,385$ (95 % ДИ от $0,185$ до $0,554$); $p < 0,0001$ — прямая слабая корреляция
От язычка до вырезки нижней челюсти	$\rho = -0,440$ (95 % ДИ от $-0,566$ до $-0,283$); $p < 0,0001$ — обратная средняя корреляция

Вывод: присутствует корреляция между широтно-высотным индексом слева и следующими параметрами: обратная статистически значимая корреляция — расстояние от угла нижней челюсти до язычка, расстояние от язычка до венечного отростка, а также от язычка до вырезки; прямая статистически значимая корреляция — расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти.

Нами была дана оценка возможным взаимосвязям между расположением нижнечелюстного отверстия и черепными индексами (Таблица 19).

Таблица 19 — Корреляционная связь между расположением нижнечелюстного отверстия и значениями черепных индексов

Параметр	Черепной индекс	Лицевой индекс	Высотно-длинный	Длинотно-широтный индекс	Широтно-высотный индекс
<i>Правая сторона</i>					
От угла нижней челюсти до язычка	—	—	$\rho = +0,543$ $p = <0,0001$	—	$\rho = -0,237$ $p = 0,0143$
От язычка до венечного отростка	—	—	$\rho = +0,319$ $p = 0,0009$	—	—
От язычка до мышцелкового отростка	—	—	$\rho = +0,339$ $p = 0,0004$	—	—
От язычка до переднего края нижней челюсти	—	—	—	—	$\rho = +0,366$ $p = 0,0001$
Ширина ветви нижней челюсти	—	—	—	$\rho = +0,193$ $p = 0,04779$	$\rho = +0,448$ $p < 0,0001$
От язычка до вырезки	—	—	—	—	$\rho = -0,192$ $p = 0,0481$
<i>Левая сторона</i>					
От угла нижней челюсти до язычка	—	—	$\rho = +0,454$ $p < 0,0001$	—	$\rho = -0,229$ $p = 0,0184$
От язычка до венечного отростка	—	$\rho = -0,201$ $p = 0,03861$	$\rho = +0,239$ $p = 0,01376$	—	$\rho = -0,271$ $p = 0,005$
От язычка до мышцелкового отростка	—	—	$\rho = +0,363$ $p = 0,000132$	—	—
От язычка до переднего края нижней челюсти	—	—	—	—	$\rho = +0,273$ $p = 0,0045$
Ширина ветви нижней челюсти	—	$\rho = +0,215$ $p = 0,0266$	—	$\rho = +0,213$ $p = 0,02833$	$\rho = +0,385$ $p < 0,0001$
От язычка до вырезки	—	—	$\rho = +0,342$ $p = 0,0003$	—	$\rho = -0,440$ $p < 0,0001$

Примечание: в таблице обозначены статистически значимые корреляции; ρ — коэффициент корреляции Спирмена; «+» — прямая взаимосвязь; «-» — обратная взаимосвязь.

Как видно из Таблицы 19, больше всего взаимосвязей обнаружено с высотнo-длиннотным и широтно-высотным индексами, тогда как с черепным индексом статистически значимых корреляций с интересующими параметрами не установлено.

Далее нами было изучено расположение нижнечелюстного отверстия при разных формах нижней челюсти (Таблица 20).

Таблица 20 — Положение нижнечелюстного отверстия при разных формах нижней челюсти

Высотнo-длиннотный индекс нижней челюсти	Препараты нижней челюсти с долихогенией		Препараты нижней челюсти с медиогенией		Препараты нижней челюсти с брахигенией	
	П	Л	П	Л	П	Л
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	3,33±0,36	3,28±0,41	2,99±0,30	2,97±0,34	2,41±0,15	2,65±0,45
Расстояние от язычка до венечного отростка	3,78±0,37	3,80±0,43	3,46±0,37	3,63±0,40	3,35±0,24	3,52±0,35
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	3,96±0,30	4,02±0,34	3,77±0,33	3,78±0,32	3,64±0,09	3,70±0,58
Расстояние язычка до переднего края нижней челюсти	1,77±0,25	1,78±0,24	1,62±0,19	1,62±0,16	1,92±0,05	1,83±0,13
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	3,07±0,37	3,11±0,40	2,98±0,27	3,02±0,24	3,27±0,17	3,12±0,21
От язычка до вырезки	1,96±0,33	2,04±0,42	1,86±0,32	1,87±0,32	1,57±0,36	1,71±0,22
Длиннотнo-широтный индекс тела нижней челюсти	Препараты нижней челюсти с лептогенией		Препараты нижней челюсти с мезогенией		Препараты нижней челюсти с эуригенией	
	П	Л	П	Л	П	Л
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	3,09±0,38	3,06±0,41	3,07±0,41	2,90±0,47	±	±

Продолжение Таблицы 20

Расстояние от язычка до венечного отростка	3,59±0,37	3,69±0,38	3,47±0,53	3,59±0,60	±	±
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	3,85±0,32	3,85±0,37	3,78±0,35	3,82±0,40	±	±
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	1,68±0,22	1,69±0,19	1,71±0,28	1,69±0,30	±	±
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	3,04±0,28	3,06±0,27	2,97±0,51	3,06±0,47	±	±
От язычка до вырезки	1,90±0,32	1,92±0,33	1,83±0,40	1,83±0,51	±	±
Широтно-высотный индекс ветви нижней челюсти	Препараты нижней челюсти с гипсигенией		Препараты нижней челюсти с ортогенией		Препараты нижней челюсти с платигенией	
Сторона	П	Л	П	Л	П	Л
Расстояние от угла нижней челюсти до язычка	2,66±0,40	2,72±0,44	3,04±0,32	3,05±0,31	3,20±0,40	3,11±0,50
Расстояние от язычка до венечного отростка	3,42±0,21	3,51±0,31	3,60±0,42	3,57±0,42	3,56±0,38	3,86±0,36
Расстояние от язычка до мышцелкового отростка	3,83±0,31	3,79±0,57	3,76±0,36	3,78±0,35	3,92±0,28	3,95±0,31
Расстояние от язычка до переднего края нижней челюсти	1,99±0,11	1,90±0,20	1,68±0,21	1,68±0,21	1,65±0,24	1,64±0,15
Ширина ветви нижней челюсти (через отверстие)	3,47±0,34	3,27±0,41	3,06±0,27	3,11±0,25	2,93±0,30	2,91±0,28
От язычка до вырезки	1,91±0,33	1,91±0,31	1,81±0,39	1,82±0,50	1,66±0,27	1,73±0,31

Установлено, что для долихоморфной нижней челюсти (справа) максимальные значения наблюдались по четырем из шести изучаемых параметров. Аналогичная картина отмечена и для измерений с левой стороны. Для препаратов

платигеной формы (правая сторона) максимальные значения отмечены для расстояний от угла нижней челюсти до язычка, а также от язычка до венечного отростка. Напротив, для гипсигеной формы, по сравнению с другими формами, максимальные значения получены для расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти, а также для ширины ветви нижней челюсти.

3.1.9. Оценка корреляции параметров расположения нижнечелюстного отверстия с возрастом, ростом и ИМТ на анатомическом материале

В Таблице 21 представлена корреляция параметров с возрастом, ростом и ИМТ.

Таблица 21 — Корреляции параметров с возрастом, ростом и ИМТ

	Возраст	Рост (см)	ИМТ (кг/м ²)
<i>Правая сторона</i>			
От угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,131$ $p = 0,1796$	$\rho = 0,443$ (0,268-0,591) $p < 0,0001$	$\rho = -0,129$ $p = 0,189$
От язычка до венечного отростка	$\rho = 0,044$ $p = 0,6558$	$\rho = 0,236$ (0,049-0,413) $p = 0,015$	$\rho = 0,122$ $p = 0,213$
От язычка до мышцелкового отростка	$\rho = 0,169$ $p = 0,0837$	$\rho = 0,331$ (0,152-0,495) $p = 0,0005$	$\rho = -0,094$ $p = 0,3382$
От язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = -0,320$ (-0,476 до -0,161) $p = 0,0008$	$\rho = 0,217$ (0,020-0,402) $p = 0,026$	$\rho = 0,132$ $p = 0,1773$
Ширина ветви нижней челюсти	$\rho = -0,120$ $p = 0,2195$	$\rho = 0,332$ (0,161-0,487) $p = 0,0005$	$\rho = 0,012$ $p = 0,9023$
От язычка до вырезки	$\rho = 0,076$ $p = 0,4373$	$\rho = 0,113$ $p = 0,2482$	$\rho = 0,097$ $p = 0,3236$
<i>Левая сторона</i>			
От угла нижней челюсти до язычка	$\rho = -0,117$ $p = 0,2303$	$\rho = 0,534$ (0,375-0,666) $p < 0,0001$	$\rho = -0,033$ $p = 0,739$
От язычка до венечного отростка	$\rho = 0,063$ $p = 0,5229$	$\rho = 0,228$ (0,030-0,396) $p = 0,019$	$\rho = 0,053$ $p = 0,5891$

Продолжение Таблицы 21

От язычка до мышелкового отростка	$\rho = 0,192$ (-0,011 до 0,371) $p = 0,0486$	$\rho = 0,222$ (0,017-0,406) $p = 0,022$	$\rho = -0,212$ (-0,379 до -0,039) $p = 0,0293$
От язычка до переднего края нижней челюсти	$\rho = -0,144$ $p = 0,1402$	$\rho = 0,067$ $p = 0,497$	$\rho = 0,038$ $p = 0,7027$
Ширина ветви нижней челюсти	$\rho = -0,132$ $p = 0,1772$	$\rho = 0,354$ (0,182-0,506) $p = 0,0002$	$\rho = 0,048$ $p = 0,6256$
От язычка до вырезки	$\rho = 0,074$ $p = 0,4475$	$\rho = 0,091$ $p = 0,355$	$\rho = 0,108$ $p = 0,2706$

Как видно из Таблицы 21, больше всего взаимосвязей обнаружено с ростом, тогда как с ИМТ и возрастом статистически значимых корреляций с интересующими параметрами не установлено.

В ходе исследования мы провели сравнение показателей в зависимости от пола (Таблица 22).

Таблица 22 — Сравнение показателей в зависимости от пола

Показатель	Мужчины	Женщины	Критерий Манна-Уитни, p
<i>Правая сторона</i>			
От угла нижней челюсти до язычка	3,25 (3,04–3,46)	2,79 (2,68–3,05)	452; <0,0001
От язычка до венечного отростка	3,64 (3,44–3,88)	3,41 (3,17–3,74)	880; 0,0027
От язычка до мышелкового отростка	3,90 (3,74–4,22)	3,64 (3,50–3,87)	778; 0,0002
От язычка до переднего края нижней челюсти	1,68 (1,53–1,88)	1,59 (1,52–1,83)	1144; 0,1973
Ширина ветви нижней челюсти	3,14 (2,86–3,35)	2,88 (2,76–3,02)	874; 0,0024
От язычка до вырезки	1,89 (1,75–2,13)	1,89 (1,58–2,12)	1218; 0,4174
<i>Левая сторона</i>			
От угла нижней челюсти до язычка	3,18 (3,04–3,44)	2,72 (2,58–3,03)	410; <0,0001
От язычка до венечного отростка	3,67 (3,48–4,01)	3,53 (3,33–3,81)	970; 0,0158
От язычка до мышелкового отростка	3,99 (3,77–4,21)	3,67 (3,51–3,93)	848; 0,0014
От язычка до переднего края нижней челюсти	1,67 (1,55–1,81)	1,69 (1,56–1,77)	1242; 0,5118
Ширина ветви нижней челюсти	3,13 (2,89–3,31)	2,93 (2,81–2,98)	844; 0,0012
От язычка до вырезки	1,97 (1,68–2,11)	1,95 (1,65–2,19)	1302; 0,7886

Примечание: числовые признаки представлены как медиана (Q1 – Q3)

По многим исследуемым характеристикам присутствовали статистически значимые различия в зависимости от пола пациента ($p < 0,05$). Как правило, медианные значения для мужчин превышали значения, полученные для пациентов женского пола. Отметим, что вне зависимости от стороны измерения в отношении расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти, а также от язычка до переднего края нижней челюсти выраженных различий не было.

Было проанализировано состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от угла нижней челюсти до язычка (Рисунок 42).

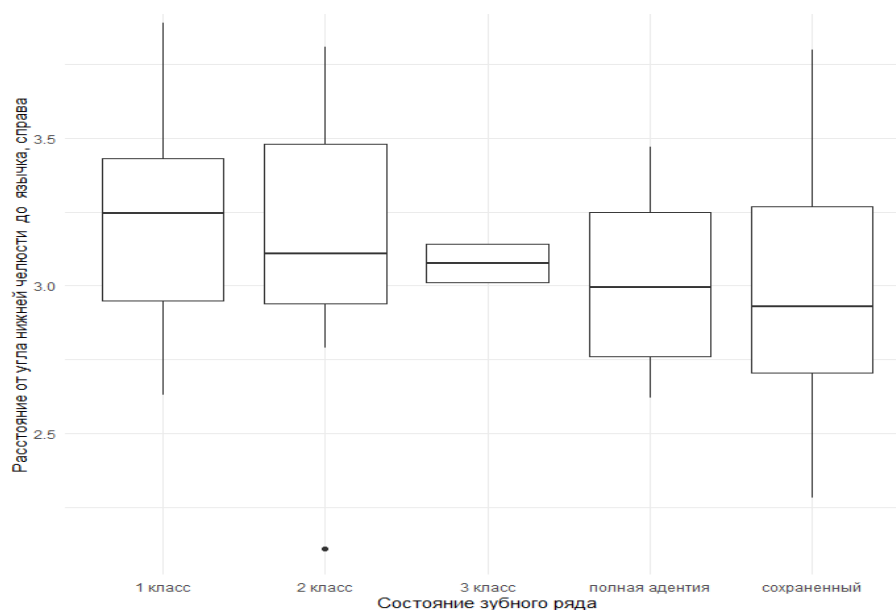


Рисунок 42 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от угла нижней челюсти до язычка, справа

Статистически значимые различия отсутствуют ($\chi^2 = 7,12$; степ. своб. = 4, $p = 0,1293$). Средние значения показателей приведены в Таблице 23.

Таблица 23 — Описательные статистики расстояния от угла нижней челюсти до язычка, справа

Состояние зубного ряда	Среднее (SD)	Me (Q1; Q3)
1 класс	3,21 (0,34)	3,24 (2,99; 3,44)
2 класс	3,13 (0,49)	3,11 (2,8; 3,47)
3 класс	3,08 (0,07)	3,08 (3,02; 3,13)
Полная адентия	3,01 (0,28)	3,0 (2,82; 3,20)
Сохраненный	2,99 (0,44)	2,93 (2,69; 3,29)

Наибольшее значение расстояния от угла нижней челюсти до язычка наблюдается при 2 классе, при сохраненном зубном ряде среднее расстояние между указанными точками не превышало 3 см.

Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от угла нижней челюсти до язычка слева представлено на Рисунке 43. Прослежена меньшая величина расстояния по направлению от 1 класса до полной адентии сохраненного ряда.

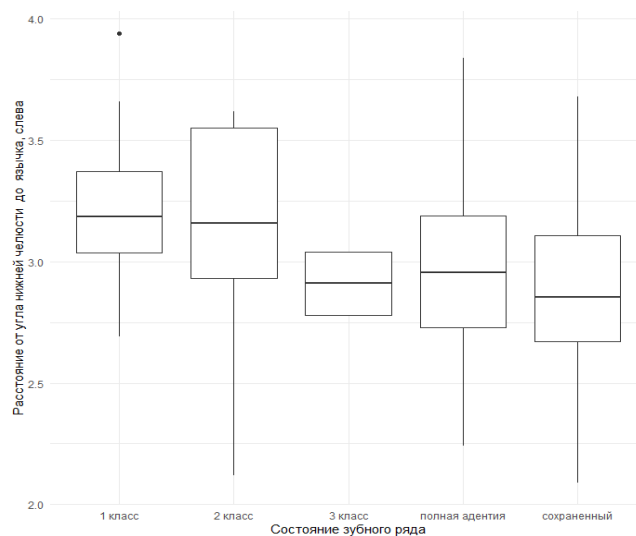


Рисунок 43 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от угла нижней челюсти до язычка, слева

Отметим присутствие статистически значимых различий ($\chi^2 = 14,53$; степ. своб. = 4, $p = 0,006$). Средние значения показателей приведены в Таблице 24.

Таблица 24 — Описательные статистики расстояния от угла нижней челюсти до язычка, слева

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	3,23 (0,31)	3,18 (3,02; 3,44)
2 класс	3,10 (0,48)	3,16 (2,77; 3,42)
3 класс	2,91 (0,15)	2,91 (2,81; 3,01)
Полная адентия	2,96 (0,4)	2,96 (2,69; 3,24)
Сохраненный	2,86 (0,45)	2,86 (2,55; 3,16)

Наибольшее значение расстояния от угла нижней челюсти до язычка слева наблюдаются при 1 классе, с небольшими различиями со 2 классом.

Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка справа представлено на Рисунке 44.

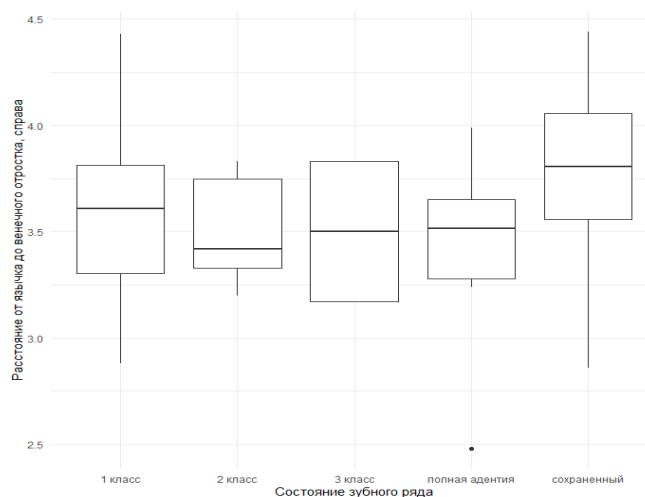


Рисунок 44 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка, справа

По имеющимся данным, отсутствовали статистически значимые различия состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка справа ($\chi^2 = 7,69$; степ. своб. = 4, $p = 0,104$). Средние значения показателей приведены в Таблице 25.

Таблица 25 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка, справа

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Ме (Q1; Q3)
1 класс	3,59 (0,43)	3,61 (3,30; 3,87)
2 класс	3,51 (0,22)	3,42 (3,36; 3,66)
3 класс	3,50 (0,36)	3,50 (3,24; 3,76)
Полная адентия	3,45 (0,38)	3,51 (3,21; 3,69)
Сохраненный	3,76 (0,45)	3,80 (3,46; 4,06)

Наибольшее значение расстояния от язычка до венечного отростка справа наблюдается при сохраненном зубном ряде (в среднем 3,76).

Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка слева представлено на Рисунке 45.

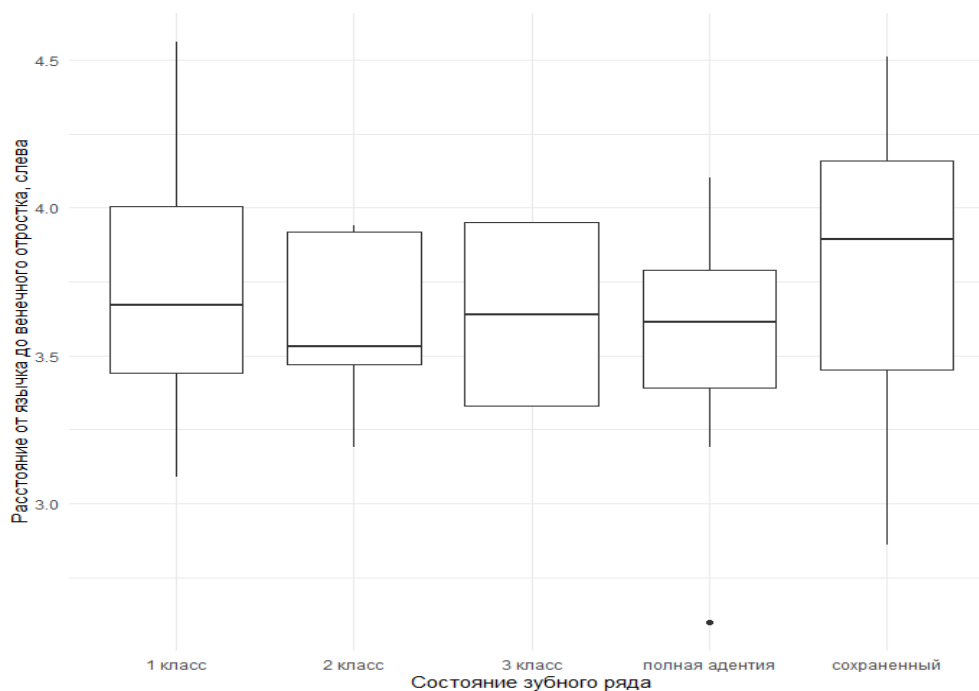


Рисунок 45 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка, слева

Отсутствуют статистически значимые различия состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка справа ($\chi^2 = 3,75$; степ. своб. = 4, $p = 0,441$). Средние значения показателей приведены в Таблице 26.

Таблица 26 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до венечного отростка, слева

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	3,71 (0,41)	3,67 (3,43; 3,98)
2 класс	3,59 (0,28)	3,53 (3,40; 3,79)
3 класс	3,64 (0,36)	3,64 (3,40; 3,88)
Полная адентия	3,58 (0,38)	3,62 (3,22; 3,84)
Сохранный	3,80 (0,52)	3,90 (3,46; 4,15)

Наибольшее значение расстояния от язычка до венечного отростка слева наблюдается при сохраненном зубном ряду.

Величина расстояния от язычка до мышцелкового отростка справа при разном состоянии зубного ряда (по Кеннеди) представлена на Рисунке 46.

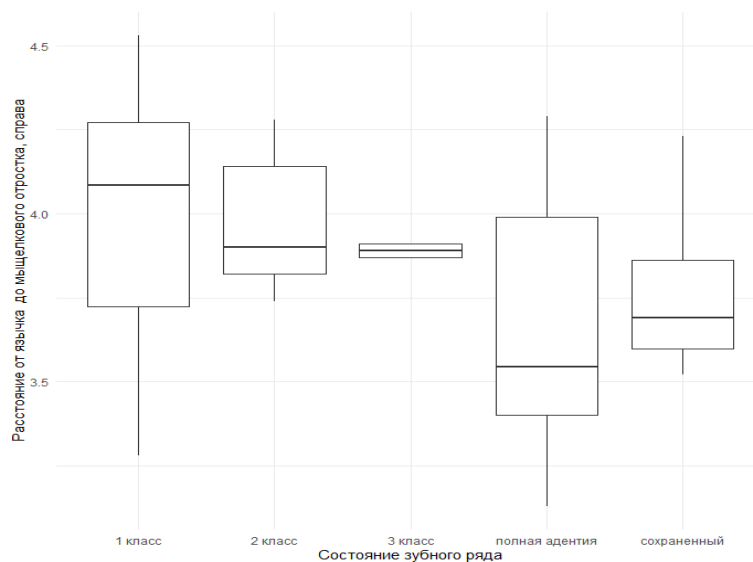


Рисунок 46 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до мышцелкового отростка, справа

Присутствуют статистически значимые различия состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до мышцелкового отростка справа ($\chi^2 = 18,32$; степ. своб. = 4, $p = 0,0011$). Средние значения показателей приведены в Таблице 27.

Таблица 27 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до мышцелкового отростка, справа

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Ме (Q1; Q3)
1 класс	3,97 (0,37)	4,08 (3,72; 4,22)
2 класс	3,95 (0,19)	3,90 (3,82; 4,08)
3 класс	3,89 (0,02)	3,89 (3,87; 3,91)
Полная адентия	3,66 (0,34)	3,54 (3,43; 3,89)
Сохраненный	3,77 (0,25)	3,69 (3,60; 3,94)

Наибольшее значение расстояния от язычка до мышцелкового отростка справа наблюдается при 1 классе.

Расстояние от язычка до мышелкового отростка слева при разных состояниях зубного ряда (по Кеннеди) представлены на Рисунке 47.

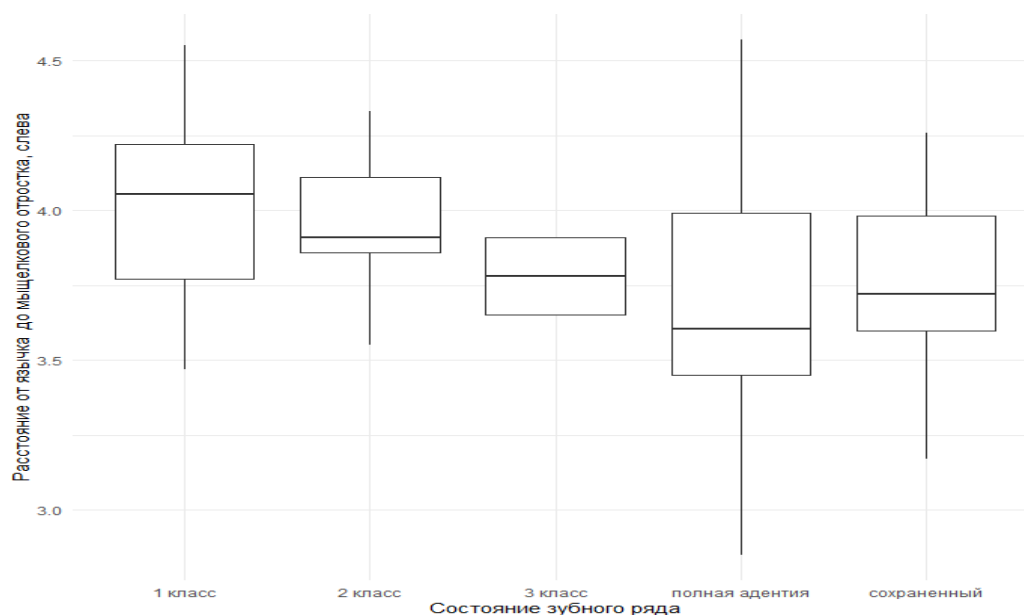


Рисунок 47 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до мышелкового отростка, слева

В целом между пятью категориями отмечены статистически значимые различия состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до мышелкового отростка слева ($\chi^2 = 16,08$; степ. своб. = 4, $p = 0,003$). Средние значения показателей приведены в Таблице 28.

Таблица 28 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до мышелкового отростка, слева

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	4,02 (0,33)	4,06 (3,79; 4,24)
2 класс	3,96 (0,25)	3,91 (3,79; 4,14)
3 класс	3,78 (0,15)	3,78 (3,68; 3,88)
Полная адентия	3,66 (0,46)	3,60 (3,35; 3,98)
Сохраненный	3,77 (0,30)	3,72 (3,57; 3,97)

Наибольшее значение расстояния от язычка до мышелкового отростка слева наблюдается при 1 классе.

Результаты измерения расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти справа при разных состояниях зубного ряда (по Кеннеди) представлены на Рисунке 48. При 1 классе и сохраненном зубном ряде показатели оказались несколько выше, чем в других группах.

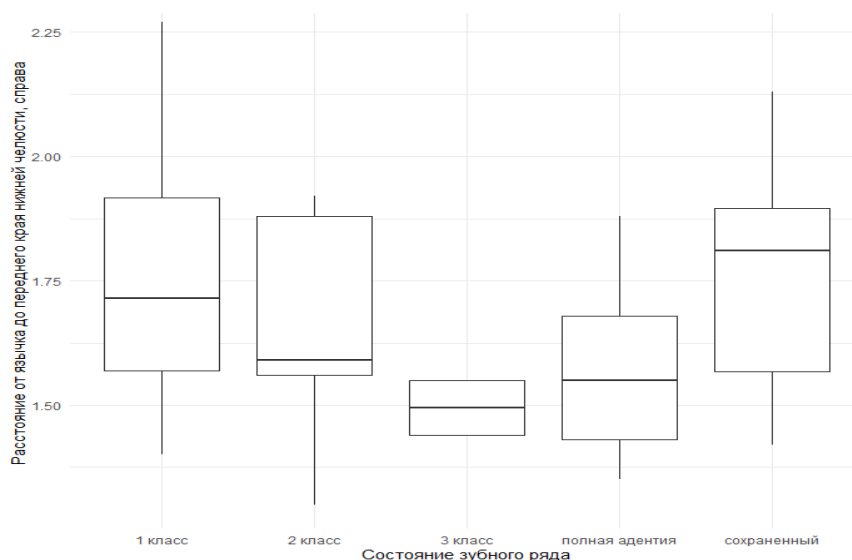


Рисунок 48 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти, справа

Средние значения показателей состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти справа приведены в Таблице 29.

Таблица 29 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти, справа

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	1,77 (0,26)	1,72 (1,59; 1,94)
2 класс	1,68 (0,21)	1,59 (1,54; 1,82)
3 класс	1,50 (0,06)	1,50 (1,45; 1,54)
Полная адентия	1,57 (0,16)	1,55 (1,46; 1,68)
Сохраненный	1,75 (0,22)	1,81 (1,60; 1,90)

Наибольшее значение расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти справа наблюдается при сохраненном зубном ряде.

Сведения о состоянии зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти слева приведены на Рисунке 49.

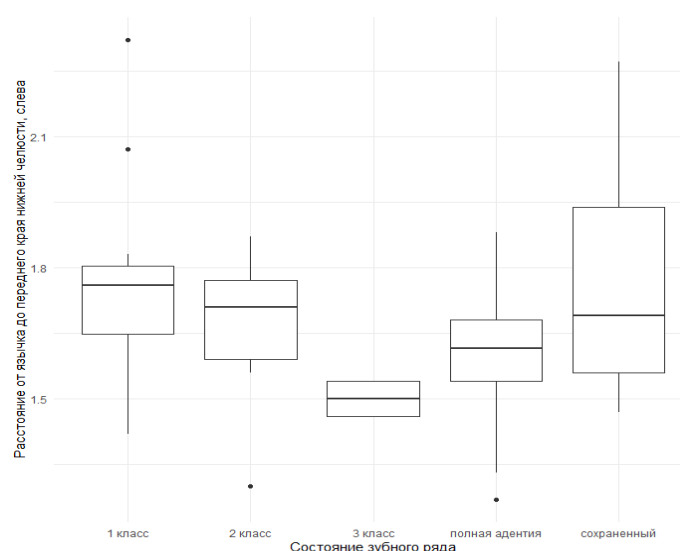


Рисунок 49 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти, слева

В целом, между пятью категориями присутствуют статистически значимые различия состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти слева ($\chi^2 = 15,43$; степ. своб. = 4, $p = 0,0039$). Средние значения показателей приведены в Таблице 30.

Таблица 30 — Описательные статистики для расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти, слева, при разном состоянии зубного ряда (по Кеннеди)

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Ме (Q1; Q3)
1 класс	1,76 (0,21)	1,76 (1,62; 1,90)
2 класс	1,68 (0,17)	1,71 (1,56; 1,79)
3 класс	1,50 (0,05)	1,50 (1,47; 1,53)
Полная адентия	1,60 (0,16)	1,62 (1,49; 1,71)
Сохраненный	1,75 (0,24)	1,69 (1,59; 1,92)

Наибольшее значение расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти слева наблюдается при 1 классе.

Сведения о состоянии зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от ширины ветви нижней челюсти справа представлены на Рисунке 50.

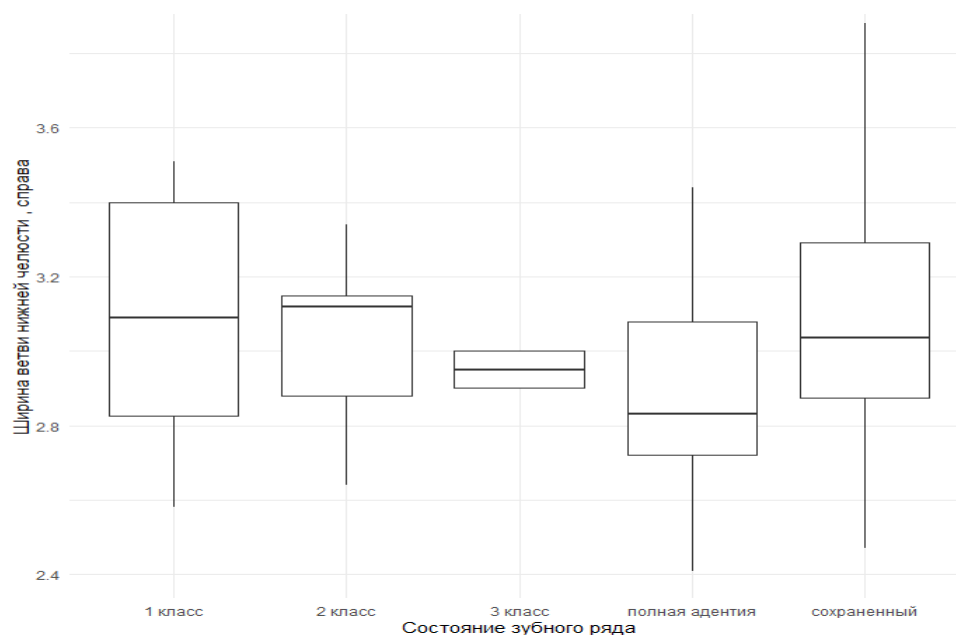


Рисунок 50 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от ширины ветви нижней челюсти, справа

В целом, при разном состоянии зубного ряда статистически значимые различия по величине расстояния от ширины ветви нижней челюсти справа имелись только на уровне значимости 0,1 ($\chi^2 = 8,89$; степ. своб. = 4, $p = 0,0722$). Средние значения показателей приведены в Таблице 31.

Таблица 31 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от ширины ветви нижней челюсти, справа

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	3,10 (0,31)	3,09 (2,89; 3,32)
2 класс	3,03 (0,21)	3,12 (2,89; 3,17)
3 класс	2,95 (0,06)	2,95 (2,91; 2,99)
Полная адентия	2,89 (0,27)	2,83 (2,71; 3,08)
Сохранный	3,10 (0,39)	3,04 (2,83; 3,36)

Наибольшее значение ширины ветви нижней челюсти справа наблюдается при 1 классе, а также в случае сохраненного зубного ряда (по 3,10, соответственно).

Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от ширины ветви нижней челюсти слева представлено на Рисунке 51. У людей с 3 классом и адентией отмечены достаточно небольшие значения этого показателя.

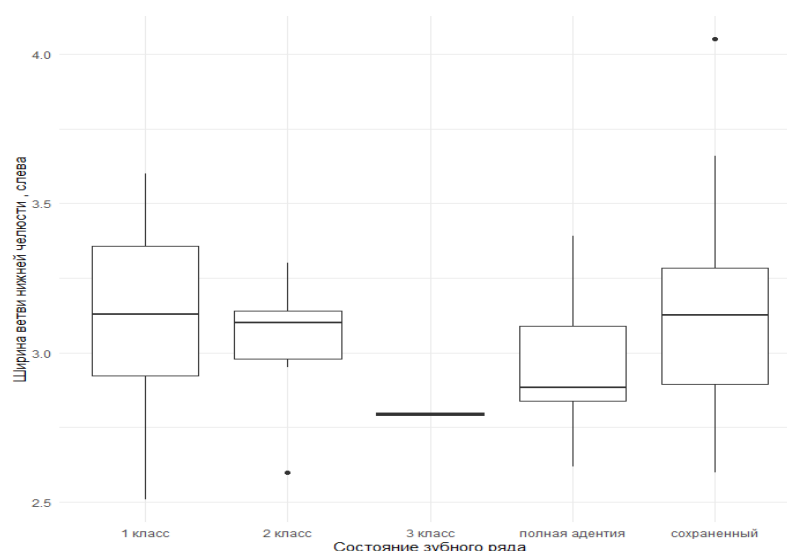


Рисунок 51 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от ширины ветви нижней челюсти, слева

Присутствуют статистически значимые различия по отношению от ширины ветви нижней челюсти слева при разном состоянии зубного ряда ($\chi^2 = 12,21$; степ. своб. = 4, $p = 0,0158$). Средние значения показателей приведены в Таблице 32.

Таблица 32 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от ширины ветви нижней челюсти, слева

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	3,10 (0,32)	3,09 (2,89; 3,32)
2 класс	3,03 (0,21)	3,12 (2,89; 3,17)
3 класс	2,95 (0,06)	2,95 (2,91; 2,99)
Полная адентия	2,89 (0,27)	2,83 (2,71; 3,08)
Сохраненный	3,10 (0,39)	3,04 (2,83; 3,36)

Наибольшее значение ширины ветви нижней челюсти слева наблюдались при 1 классе и сохраненном ряде (по 3,1, соответственно).

Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти справа представлено на Рисунке 52. Обращают внимание незначительные колебания показателя от категории к категории.

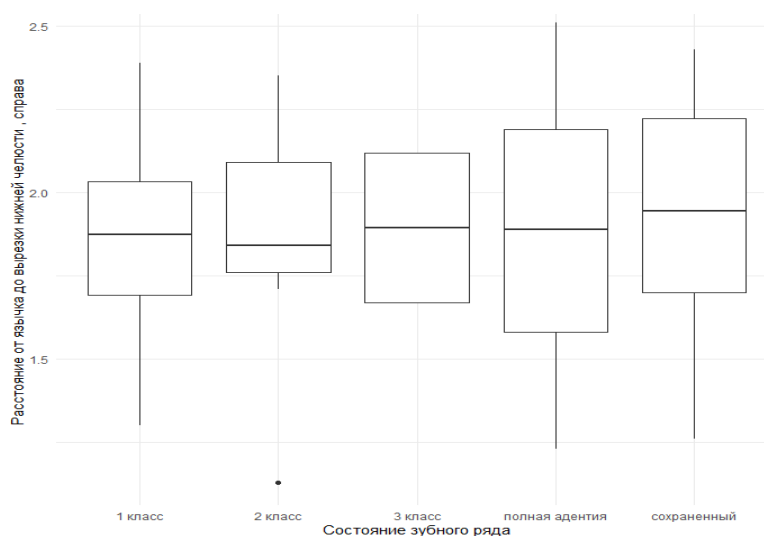


Рисунок 52 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти, справа

В целом, для правой стороны не удалось выявить статистически значимых различий при разном состоянии зубного ряда в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти ($\chi^2 = 0,45$; степ. своб. =4, $p = 0,9779$). Средние значения показателей приведены в Таблице 33.

Таблица 33 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти, справа

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	1,86 (0,32)	1,88 (1,64; 2,08)
2 класс	1,86 (0,33)	1,84 (1,64; 2,08)
3 класс	1,90 (0,26)	1,90 (1,72; 2,07)
Полная адентия	1,91 (0,35)	1,89 (1,67; 2,14)
Сохраненный	1,92 (0,34)	1,94 (1,70; 2,15)

Наибольшее значение расстояния от язычка до вырезки справа наблюдается при сохраненном зубном ряде.

Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти слева представлено на Рисунке 53.

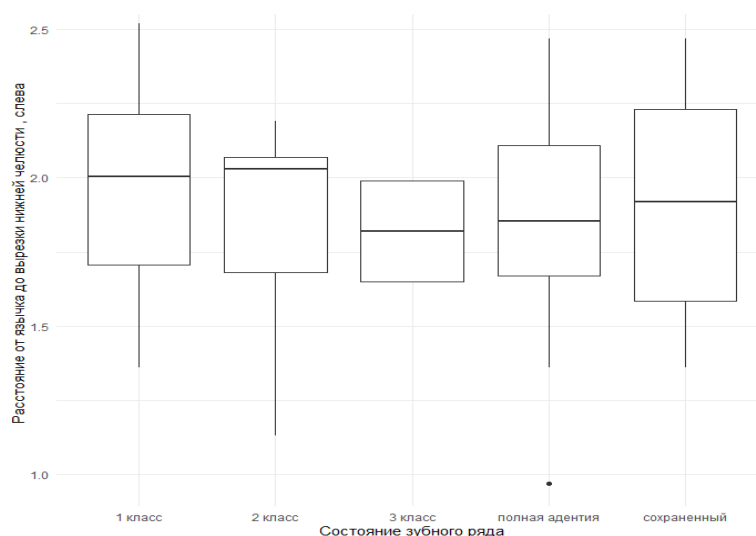


Рисунок 53 — Состояние зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти, слева

Аналогичная картина наблюдалась и в случае исследования левой стороны. Отсутствуют статистически значимые различия состояния зубного ряда в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти ($\chi^2 = 1,88$; степ. своб. = 4, $p = 0,7584$). Средние значения показателей приведены в Таблице 34.

Таблица 34 — Описательные статистики состояния зубного ряда (по Кеннеди) в зависимости от расстояния от язычка до вырезки нижней челюсти, слева

Состояние зубного ряда	Стандартное отклонение (SD)	Среднее Me (Q1; Q3)
1 класс	1,98 (0,33)	2,0 (1,75; 2,20)
2 класс	1,87 (0,33)	2,03 (1,65; 2,09)
3 класс	1,82 (0,20)	1,82 (1,69; 1,95)
Полная адентия	1,87 (0,40)	1,86 (1,60; 2,15)
Сохраненный	1,91 (0,38)	1,92 (1,65; 2,17)

Наибольшее значение расстояния от язычка до вырезки слева наблюдается при 2 классе, а также при 1 классе (2,03 и 2,0, соответственно).

3.2. Анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства

3.2.1. Анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства методом инъекции силикона

Следующим этапом работы было проведение анализа объема крыловидно-нижнечелюстного пространства методом инъекции, результаты представлены в Таблице 35.

Таблица 35 — Описательные статистики объема крылочелюстного пространства методом инъекции

Показатель, мкА	M±SD [#]	Минимум	Максимум	Me (МКИ)*
Возраст	72,5±12,88	52	102	73 (60,75–81)
Лицевой индекс, %	110,65±12,94	91,74	132,35	105,13 (99,29–122,96)
Черепной индекс, %	58,51±13,28	49,04	97,4	58,51 (53,71–68,44)
Крыловидно-нижнечелюстное пространство справа (см)				
Длина	3,6±0,74	2,44	4,5	3,6 (2,92–4,37)
Ширина	2,12±0,54	1,0	3,5	2,2 (1,99–2,37)
Крыловидно-нижнечелюстное пространство слева (см)				
Длина	3,56±0,85	2,3	5,0	3,6 (2,73–4,0)
Ширина	2,27±0,42	1,6	3,1	2,17 (2,0–2,57)
Толщина крыловидно-нижнечелюстного пространства от точки входа нерва (см)				
Слева	1,05±0,14	0,88	1,33	1,02 (0,94–1,11)
Справа	0,99±0,16	0,80	1,40	0,95 (0,90–1,00)

Данная группа пациентов представлена лицами со средним возрастом 75,5 лет. Медиана лицевого индекса составила 105,13 %, медиана черепного индекса — 58,51 %. Крыловидно-нижнечелюстное пространство справа характеризовалось следующим соотношением длины и ширины: по медиане 3,6 и 2,2, а слева — 3,6 и 2,17.

Широкое лицо выявлено у 13,04 % обследованных, среднее — у 17,39 %. Пациенты с узким лицом преобладали, на их долю приходилось 69,56 % случаев.

Преобладала долихокрания (82,61 %), мезокрания и брахикрания встречались в равных соотношениях (по 8,7 %, соответственно).

Изучение взаимосвязи длины и ширины крыловидно-нижнечелюстного пространства с лицевым индексом проводили двумя способами: графически в ходе визуальной оценки скаттерограмм и путем корреляционного анализа для получения объективных оценок.

1) Получены следующие графики рассеяния (Рисунок 54).

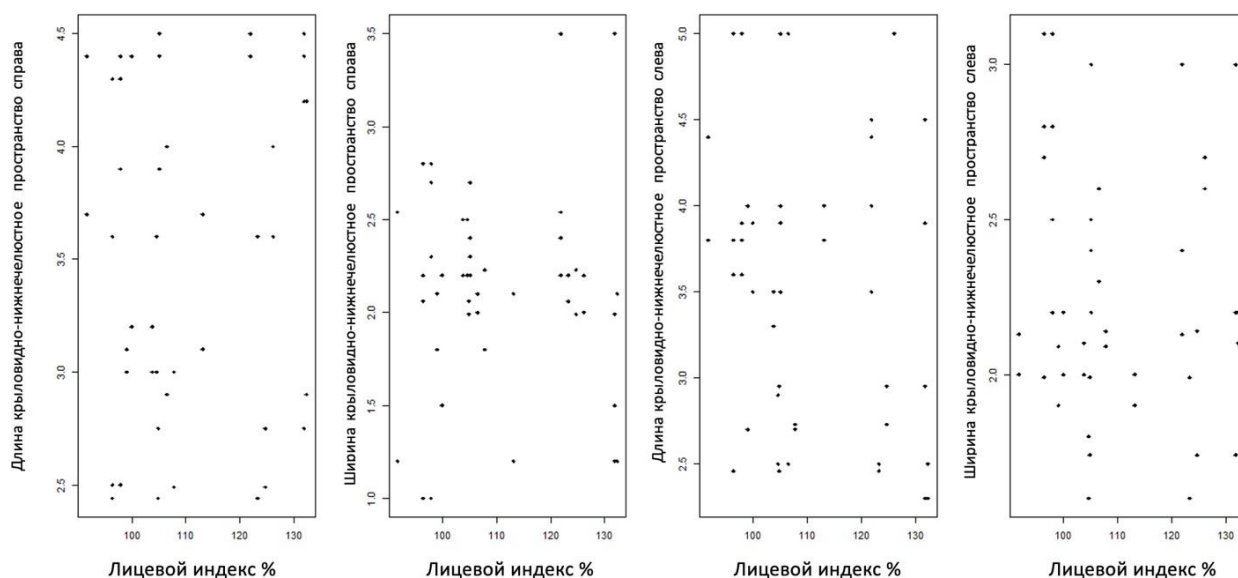


Рисунок 54 — Взаимосвязь линейных размеров крыловидно-нижнечелюстного пространства с лицевым индексом (А, Б — крыловидно-нижнечелюстное пространство справа; В, Г — крыловидно-нижнечелюстное пространство слева)

На этих рисунках прослеживается равномерное распределение значений, без четких зависимостей.

2) Объективные данные (коэффициент корреляции Спирмена (ρ):

- лицевой индекс и длина справа: $\rho = 0,080$; $p = 0,598$, связь очень слабая;
- лицевой индекс и ширина справа: $\rho = -0,115$; $p = 0,443$, связь очень слабая;
- лицевой индекс и длина слева: $\rho = -0,158$; $p = 0,293$, связь очень слабая;
- лицевой индекс и ширина слева: $\rho = -0,051$; $p = 0,734$, связь отсутствует.

По результатам корреляционного анализа можно сделать вывод об отсутствии статистически значимых взаимосвязей длины и ширины крыловидно-нижнечелюстного пространства вне зависимости от стороны, на которой

производились измерения. Во всех случаях значение p превышало 0,05, то есть нет достаточных доказательств, чтобы отклонить нулевую гипотезу об отсутствии корреляции. Присутствовали лишь очень слабые корреляционные разнонаправленные связи.

На следующих рисунках представлено распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства справа в зависимости от типа лица (Рисунок 55).

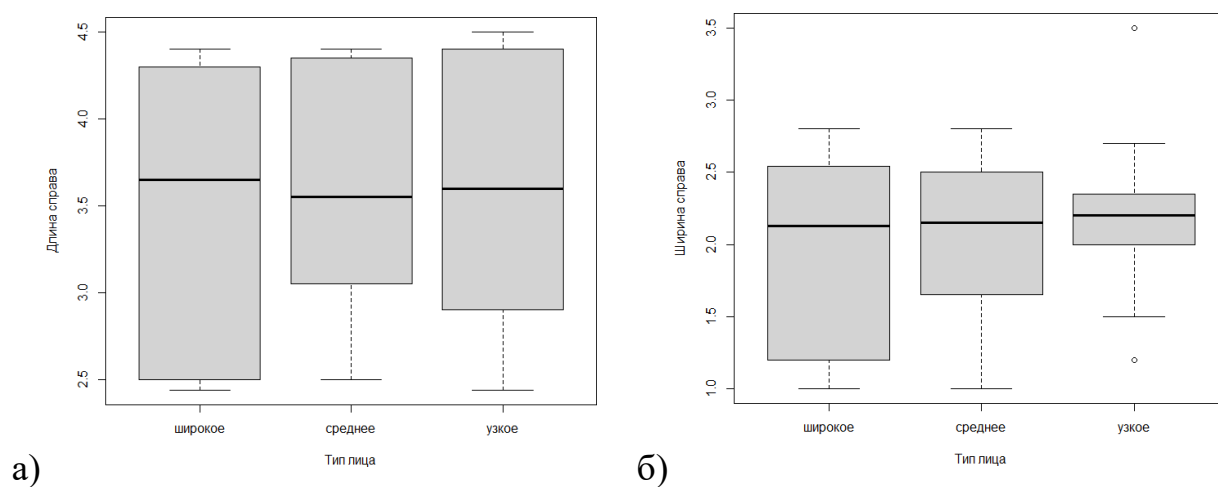


Рисунок 55 — Распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства справа в зависимости от типа лица

На графиках видим отсутствие существенных различий в длине пространства справа вне зависимости от типа лица, что подтверждается статистически: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2=0,194$, степ. своб. = 2, $p=0,9075$. На рисунке б для узкого лица значения ширины справа несколько выше по сравнению с двумя другими типами лица: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2=0,10585$, степ. своб. = 2, $p=0,9485$.

Следующие рисунки демонстрируют, как меняется распределение значений длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства для левой стороны в зависимости от типа лица (Рисунок 56).

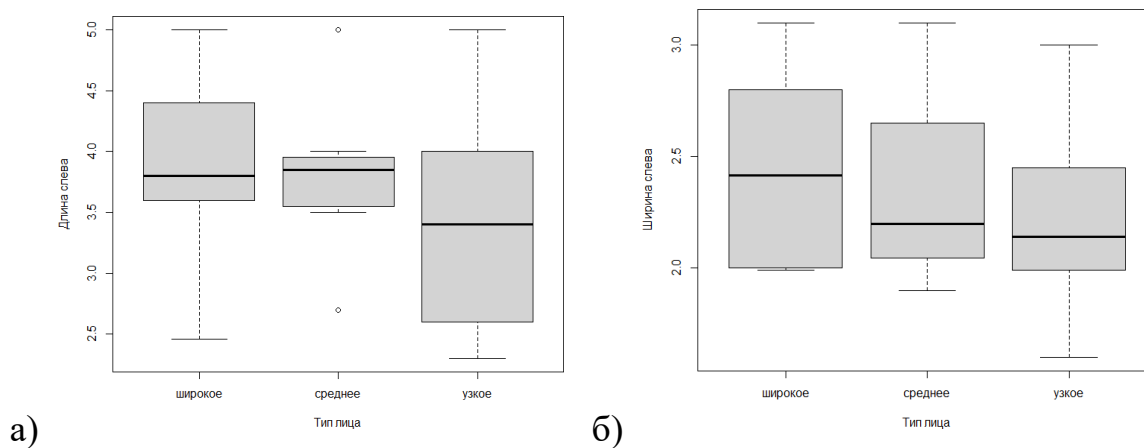


Рисунок 56 — Распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства слева в зависимости от типа лица

На Рисунке 56 а значения длины слева для узкого лица в среднем несколько меньше по сравнению с другими типами лица. При этом статистически значимых различий не обнаружено: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2=1,587$, степ. своб. = 2, $\rho=0,4523$.

Как показано на Рисунке 56 б, значения ширины слева для людей с широким лицом в среднем превышали таковые для двух других типов, но без статистически значимых различий: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2 = 1,2885$, степ. своб. = 2, $\rho=0,5251$.

Далее обсуждаются результаты изучения взаимосвязи длины и ширины крыловидно-нижнечелюстного пространства с черепным индексом. Для этого мы давали визуальную оценку скаттерограмм, а также рассчитывали коэффициенты корреляции (Рисунок 57).

1) Получены следующие графики рассеяния:

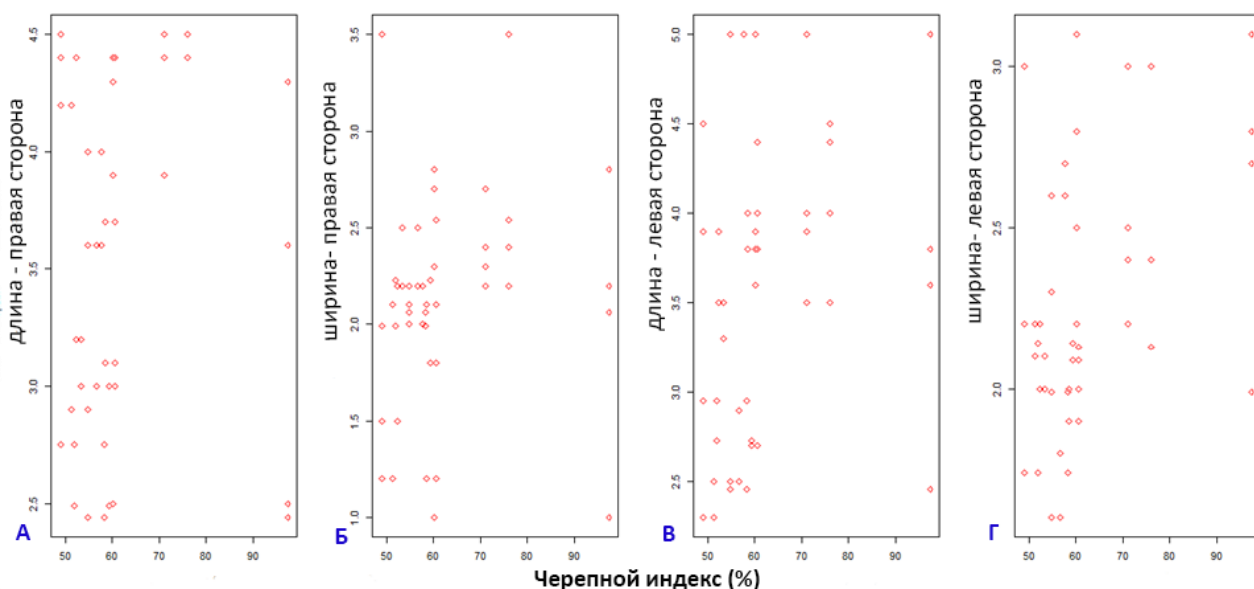


Рисунок 57 — Графики рассеяния: взаимосвязь длины и ширины крыловидно-нижнечелюстного пространства с черепным индексом

2) Объективные данные (коэффициент корреляции Спирмена ρ):

- черепной индекс и длина справа: $\rho = 0,209$; $p = 0,163$, связь очень слабая;
- черепной индекс и ширина справа: $\rho = 0,286$; $p = 0,054$, связь очень слабая;
- черепной индекс и длина слева: $\rho = 0,366$ (95 % ДИ от 0,085 до 0,609); $p = 0,013$, связь слабая;
- черепной индекс и ширина слева: $\rho = 0,359$ (95 % ДИ от 0,059 до 0,610); $p = 0,014$, связь слабая.

По результатам корреляционного анализа выявлены статистически значимые положительные корреляции черепного индекса с шириной крыловидно-нижнечелюстного пространства справа (пограничная значимость $p=0,054$), а также длиной и шириной слева ($p=0,013$ и $p=0,014$, соответственно).

На следующих рисунках представлено распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства справа при разных типах черепного индекса (Рисунок 58).

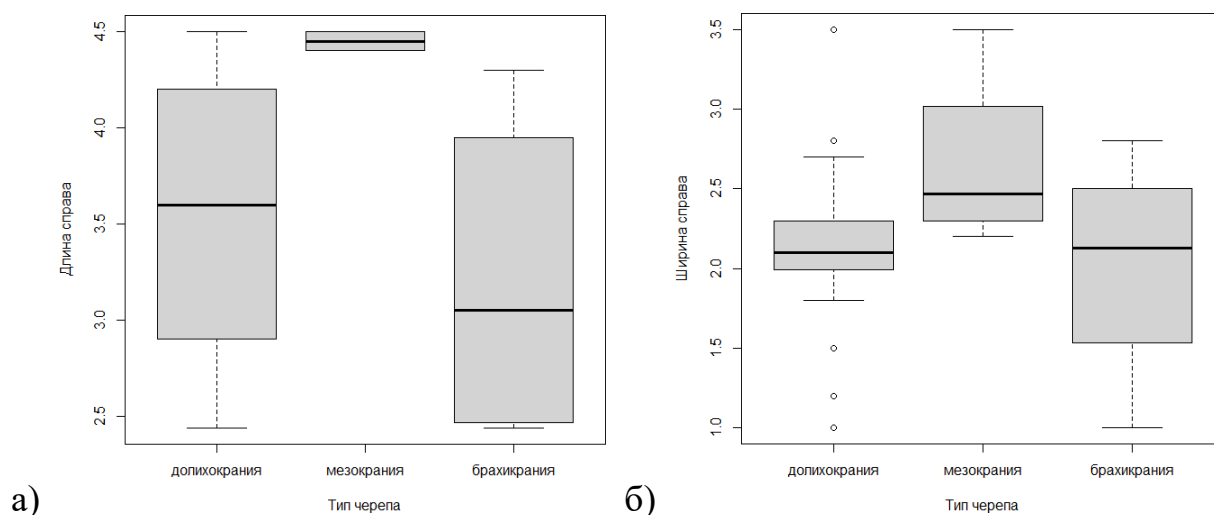


Рисунок 58 — Распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства справа в зависимости от типа черепа

При мезокрании значения длины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева в среднем были выше (Рисунок 58 а), что подтверждается статистически: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2=8,7358$, степ. своб. = 2, $p=0,01268$ (в частности, с учетом множественных сравнений значимость различий выявлена между мезокранией и долихокранией $p=0,019$, а также мезокранией и брахикранией $p=0,043$). Сходные результаты наблюдались и для значений ширины пространства справа (Рисунок 58 б), но без статистически значимых различий: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2=4,3022$, степ. своб. = 2, $p=0,116$.

На следующих рисунках представлено распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства слева при разных типах черепного индекса (Рисунок 59).

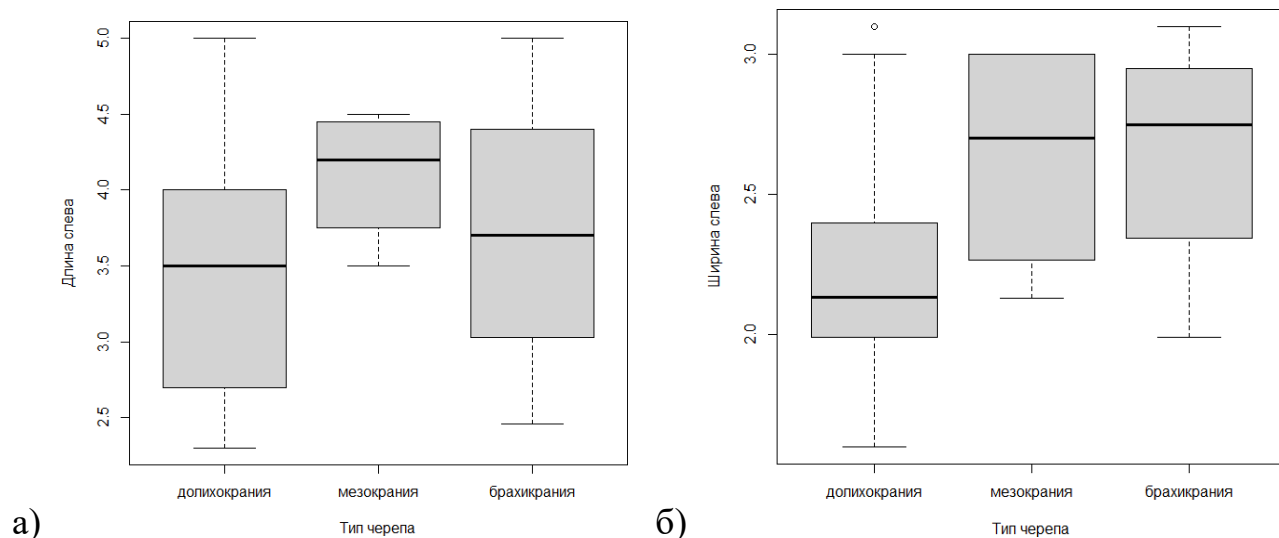


Рисунок 59 — Распределение длины (а) и ширины (б) крыловидно-нижнечелюстного пространства слева при разных типах черепа

Отметим, что значения длины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева были несколько выше при мезокрынии (Рисунок 59 а): критерий Крускала-Уоллиса $\chi^2=2,2862$, степ. своб. =2, $p=0,3188$. Ширина пространства слева оказалась в среднем ниже у людей с долихокранией (Рисунок 59 б): критерий Крускала-Уоллиса $\chi^2=5,6186$, степ. своб. =2, $p=0,06025$.

Также изучали взаимосвязь толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева с лицевым индексом. Ниже представлены результаты визуальной оценки скаттерграмм и корреляционного анализа.

1) Получены следующие графики рассеяния (Рисунок 60):

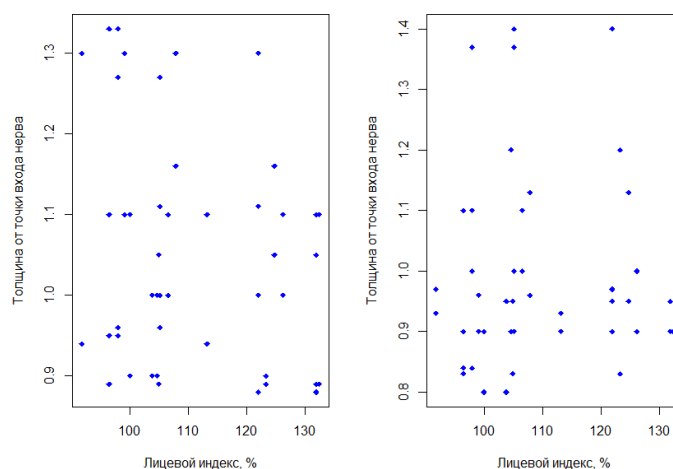


Рисунок 60 — Изучение взаимосвязи толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева с лицевым индексом (А — правая сторона, Б — левая сторона)

2) Коэффициент корреляции Спирмена (ρ):

выявлена слабая положительная связь со статистической значимостью на уровне 0,1: $\rho = 0,275$; $\rho = 0,064$.

На следующих рисунках представлено распределение толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева (а) и справа (б) с учетом лицевого индекса (Рисунок 61).

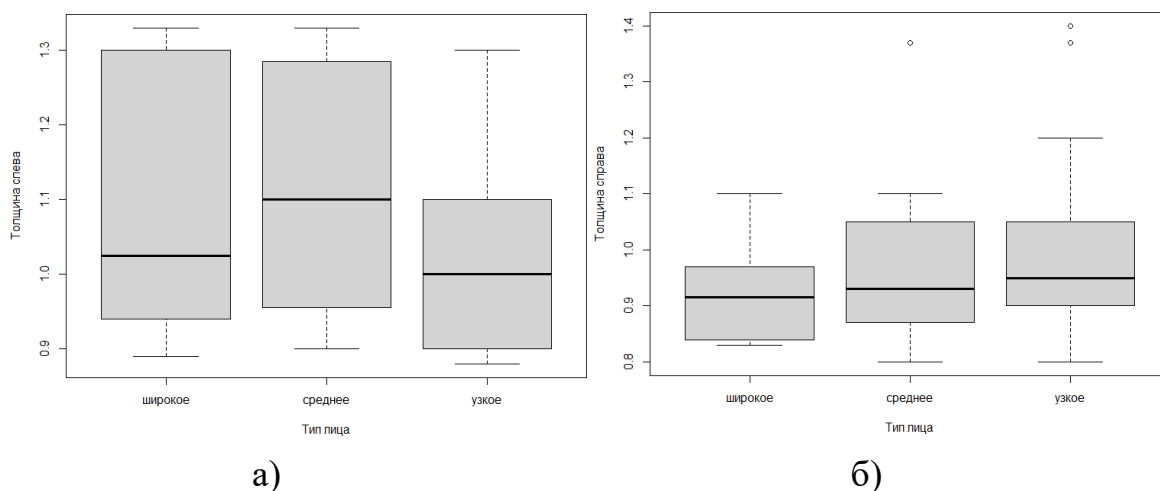


Рисунок 61— Распределение толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева (а) и справа (б) при разных типах лица

При среднем типе лица толщина пространства от точки входа нерва слева несколько выше остальных типов (Рисунок 61 а): критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2 = 1,7101$, степ. своб. = 2, $\rho = 0,4253$. Для толщины справа бóльшие значения толщины наблюдались при узком типе лица (Рисунок 61 б): критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2 = 1,1498$, степ. своб. = 2, $\rho = 0,563$.

Результаты изучения взаимосвязи толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства справа с черепным индексом представлены в виде визуальной оценки скаттерограмм и корреляционного анализа (Рисунок 62).

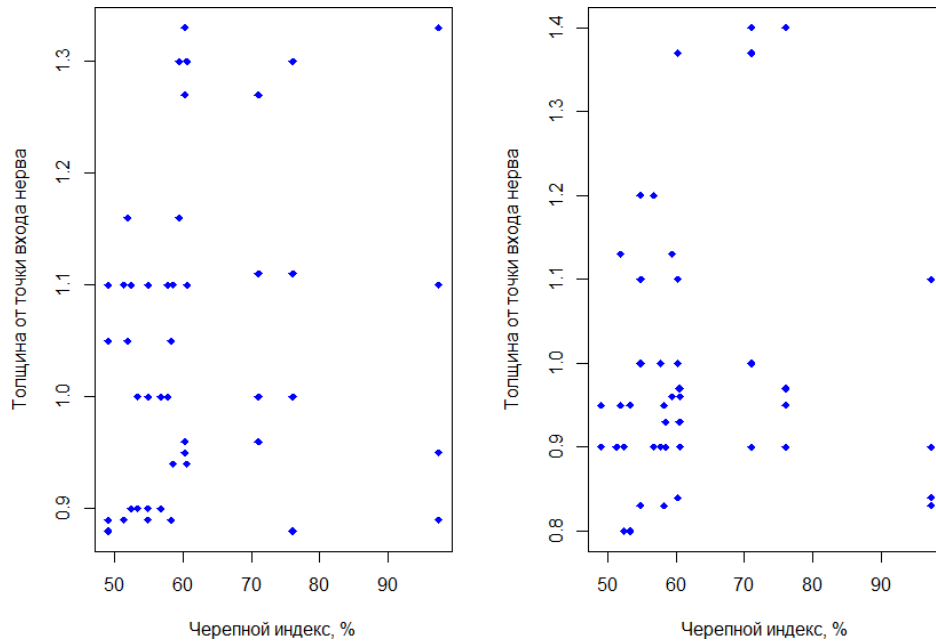


Рисунок 62 — Графики рассеяния: взаимосвязь толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства справа с черепным индексом (А — правая сторона, Б — левая сторона)

Коэффициент корреляции Спирмена составил $+0,166$; $\rho = 0,2692$, т. е. очень слабая положительная связь, статистически не значимая.

На следующих рисунках представлено распределение толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева (а) и справа (б) с учетом черепного индекса (Рисунок 63).

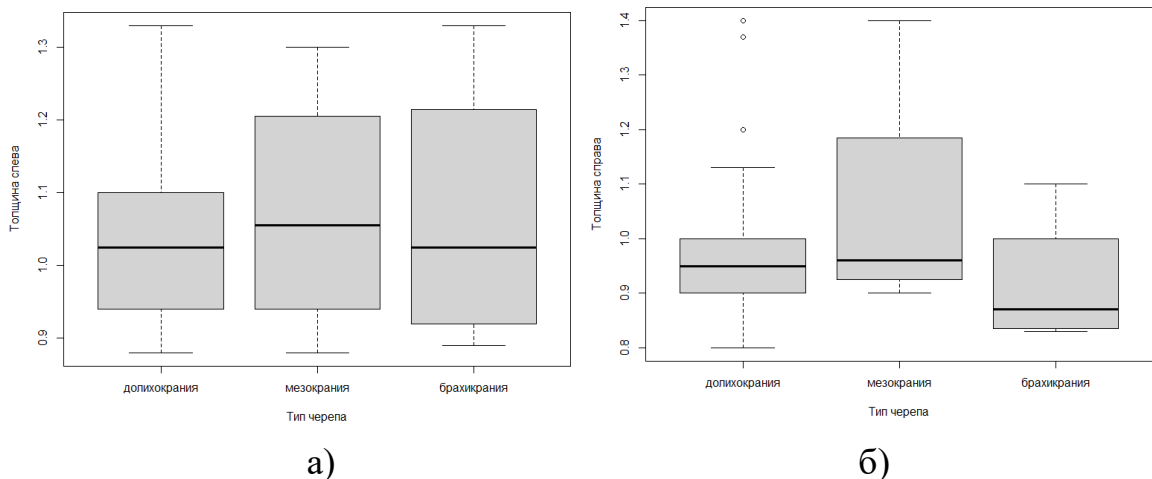


Рисунок 63 — Распределение толщины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева (а) и справа (б) при разных типах лица

Толщина пространства слева оказалась несколько выше при мезокрании (Рисунок 63 а), без статистически значимых различий между тремя группами: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2=0,0619$, степ. своб. = 2, $p=0,9695$. Для толщины пространства справа более высокие значения наблюдались у людей с долихокранией и мезокранией, существенно меньшие показатели — при брахикрании (Рисунок 63 б), без статистически значимых различий между тремя группами: критерий Краскела-Уоллиса $\chi^2= 2,1367$, степ. своб. = 2, $p=0,3436$.

Была проведена проверка наличия корреляции размеров крыловидно-нижнечелюстного пространства с возрастом обследованных людей (ниже указаны коэффициент корреляции ρ и значение p):

- длина справа: $\rho = -0,064$; $p = 0,6735$ — связь очень слабая, нет статистической значимости;
- ширина справа: $\rho = 0,291$; $p = 0,050$ — связь очень слабая, пограничная значимость;
- длина слева: $\rho = -0,080$; $p = 0,5981$ — связь очень слабая, нет статистической значимости;
- ширина слева: $\rho = -0,330$ (95 % ДИ от $-0,546$ до $-0,066$); $p = 0,025$ — связь слабая, статистически значимая;
- толщина слева: $\rho = 0,315$ (95 % ДИ $0,036$ до $0,544$); $p=0,03304$ — связь положительная слабая, статистически значимая;
- толщина справа: $\rho = 0,338$ (95 % ДИ $-0,023$ до $0,629$); $p= 0,02137$ — связь положительная слабая, статистически значимая.

Выявлена статистически значимая корреляция между шириной крыловидно-нижнечелюстного пространства слева и возрастом анатомического материала ($p = 0,025$): у более старших людей этот параметр был меньше. Кроме того, с увеличением возраста толщина пространства как слева, так и справа также возрастала ($p < 0,05$).

Для визуальной оценки взаимосвязи между лицевым индексом и числом карпул построены следующие графики (корреляция для числа карпул справа $\rho = -$

0,023; $p = 0,8784$; корреляция слева $\rho = -0,065$; $p = 0,6659$). В обоих случаях не выявлены значимые корреляционные взаимосвязи. На Рисунке 64 представлена взаимосвязь между черепным индексом и числом карпул (корреляция справа $\rho = 0,278$; $p = 0,061$) — значения распределены достаточно равномерно.

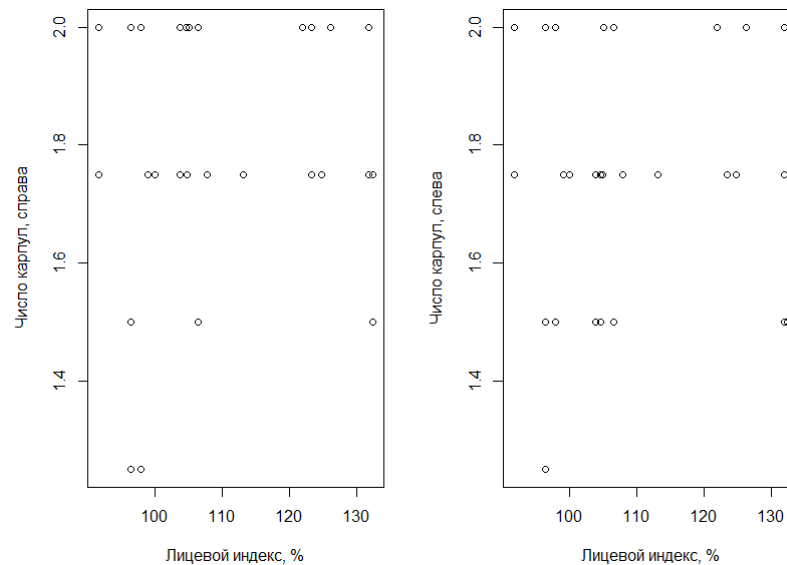


Рисунок 64 — Взаимосвязь между черепным индексом и числом карпул

Корреляция между числом карпул слева с лицевым индексом оказалась положительно слабой, статистически значимой ($\rho = 0,440$; $p = 0,002$; 95 % ДИ от 0,095 до 0,735) (Рисунок 65).

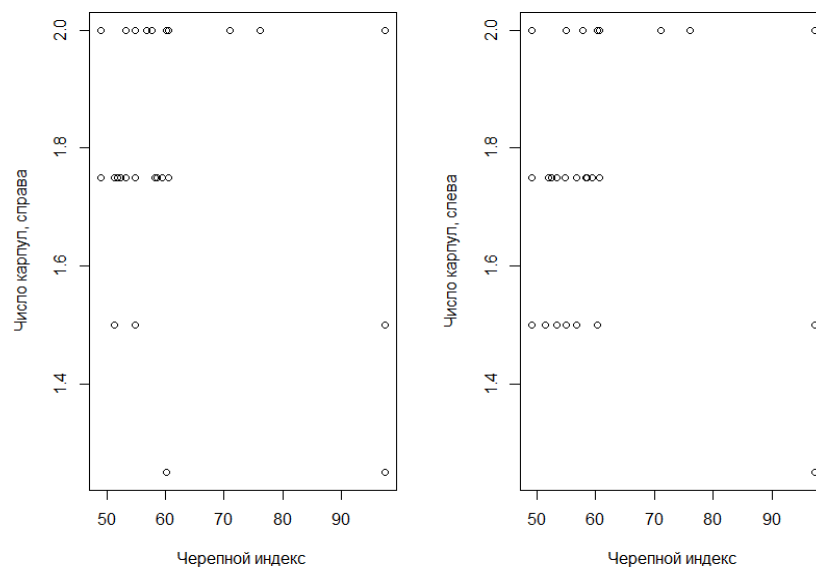


Рисунок 65 — Взаимосвязь между черепным индексом и числом карпул

Выявлена слабая положительная статистически значимая корреляция между черепным индексом и количеством карпул слева ($p = 0,002$).

С обеих сторон установлена значимая взаимосвязь между толщиной и числом карпул: слева $\rho=0,323$ (95 % ДИ 0,037 до 0,567); $p = 0,029$; справа $\rho=0,522$ (95 % ДИ 0,260 до 0,716); $p = 0,0002$.

Результаты оценки взаимосвязи толщины от точки входа нерва и числа карпул представлены на Рисунке 66.

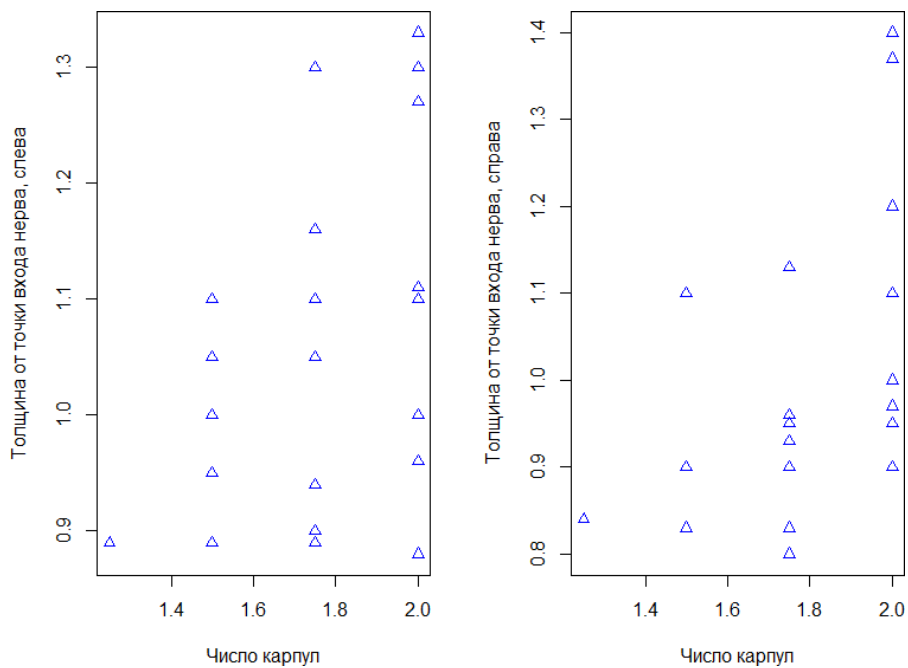


Рисунок 66 — Взаимосвязь расстояния толщины от точки входа нерва от числа карпул: (А — левая сторона, Б — правая сторона)

3.2.2. Клинико-рентгенологический анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства

Проведен клинический анализ объема крыловидно-нижнечелюстного пространства по данным компьютерной томографии. Средний возраст обследованных составил $35,55 \pm 6,0$ лет. Соотношение участников по половому признаку было примерно одинаковым: мужчин 34 (58,62 %), женщин 24 (41,38 %).

По черепному индексу все исследуемые были разделены на 3 группы: долихокрания — 8 (13,79 %); мезокрания — 18 (31,04 %); брахикрания — 32 (55,17 %). По морфологическому лицевому индексу Izard (IFM) пациенты имели следующие типы лица: широкое лицо — 26 (44,83 %), среднее лицо — 14 (24,14 %), узкое лицо — 18 (31,03 %).

Описание по значениям морфометрических параметров дано ниже:

- 1) по высотно-длиннотному индексу справа: медиогения — 8 (13,79 %); долихогения — 46 (79,31 %); брахигения — 4 (6,90 %);
- 2) по высотно-длиннотному индексу слева: медиогения — 10 (17,24 %); долихогения — 44 (75,86 %); брахигения — 4 (6,90 %);
- 3) по длиннотно-широтному индексу: эуригения — 8 (13,79 %), медиогения — 38 (65,53 %), лептогения — 12 (20,69 %);
- 4) по широтно-высотному индексу справа: платигения — 22 (37,93 %), мезогения — 30 (51,72 %), гипсигения — 6 (10,34 %);
- 5) по широтно-высотному индексу слева: платигения — 22 (37,93 %), ортогения — 30 (51,72 %), гипсигения — 6 (10,34 %).

Сравнительные характеристики морфометрических параметров для определения формы нижней челюсти представлены в Таблице 36.

Таблица 36 — Сравнительная характеристика морфометрических параметров для определения формы нижней челюсти

Параметр			$\bar{x} \pm SD$	Me (МКИ)	Минимум	Максимум
Проекционная длина от углов			6,72±0,68	6,70 (6,30–7,10)	5,10	8,30
Угловая ширина			9,83±0,78	9,90 (9,40–10,40)	8,20	11,40
Высота ветви	Сторона	П	6,46±0,61	6,50 (6,0–6,90)	5,20	7,90
		Л	6,41±0,60	6,40 (6,0–6,80)	5,20	7,80
Наименьшая ширина ветви	сторона	П	3,07±0,41	3,0 (2,90–3,40)	2,10	3,90
		Л	3,04±0,41	3,0 (2,70–3,40)	2,20	3,70

Проекционная длина от углов нижней челюсти колебалась в пределах от 6,72 до 8,3 см, составив в среднем 6,72 см. Среднее значение угловой ширины у протестированных образцов находилось на отметке 9,83 см. Высота ветви нижней челюсти справа была несколько выше, чем с левой стороны: 6,46 и 6,41 см, соответственно. Аналогичная тенденция присутствовала и для значений наименьшей ширины ветви; значения для правой стороны находились в пределах от 2,2 до 3,9 см, а для левой — от 2,2 до 3,7 см.

Сравнение объема крыловидно-нижнечелюстного пространства (в см³) при различных формах черепа, лица и нижней челюсти представлено в Таблице 37.

Таблица 37 — Объем крыловидно-нижнечелюстного пространства (в см³) при различных формах черепа, лица и нижней челюсти по данным прижизненной клинико-рентгенологической оценки

Черепной индекс *	Долихокрания		Мезокрания		Брахиокрания	
	П	Л	П	Л	П	Л
Сторона	1,70±0,33	1,72±0,24	1,84±0,41	2,0±0,43	2,05±0,25	2,0±0,25
Лицевой индекс	Широкое лицо		Среднее лицо		Узкое лицо	
Сторона	П	Л	П	Л	П	Л
	1,93±0,36	2,0±0,34	2,03±0,21	2,0±0,21	1,88±0,38	1,9±0,37
Высотн-длиннотный индекс нижней челюсти	Нижней челюсти с долихогенией		Нижней челюсти с мезиогенией		Нижней челюсти с брахиогенией	
Сторона	П	Л	П	Л	П	Л
	1,1±0,31	2,0±0,30	1,9±0,54	1,7±0,44	2,05±0,06	2,0±0,001
Длиннотно-широтный индекс тела нижней челюсти	Нижней челюсти с лептогенией		Нижней челюсти с мезогенией		Нижней челюсти с эуригенией	
Сторона	П	Л	П	Л	П	Л
	1,98±0,18	2,0±0,18	1,93±0,33	1,92±0,31	1,90±0,52	1,80±0,49
Широтно-высотный индекс ветви нижней челюсти	Нижней челюсти с гипсигенией		Нижней челюсти с ортогенией		Нижней челюсти с платигенией	
Сторона	П	Л	П	Л	П	Л
	1,92±0,24	1,83±0,26	1,92±0,39	1,87±0,36	1,97±0,29	2,0±0,27

Имелись различия в объеме крыловидно-нижнечелюстного пространства в зависимости от формы черепа, лица и нижней челюсти. В отношении значений для правой стороны установлено, что наибольший объем пространства наблюдался при брахикрании ($2,05 \text{ см}^3$), среднем лице ($2,03 \text{ см}^3$), а также при брахигении ($2,05 \text{ см}^3$), лептогении ($1,98 \text{ см}^3$) и платигении ($1,97 \text{ см}^3$). Результаты измерений для левой стороны говорят о максимальном объеме пространства при мезокрании и брахиикрании (по $2,0 \text{ см}^3$), широком и среднем лице (по $2,0 \text{ см}^3$), а также долихогении и брахигении (по $2,0 \text{ см}^3$), лептогении ($2,0 \text{ см}^3$) и платигении ($2,0 \text{ см}^3$).

Для сравнительной характеристики объема крыловидно-нижнечелюстного пространства в зависимости от морфометрических параметров были построены следующие диаграммы размахов (Рисунок 67 — Рисунок 71).

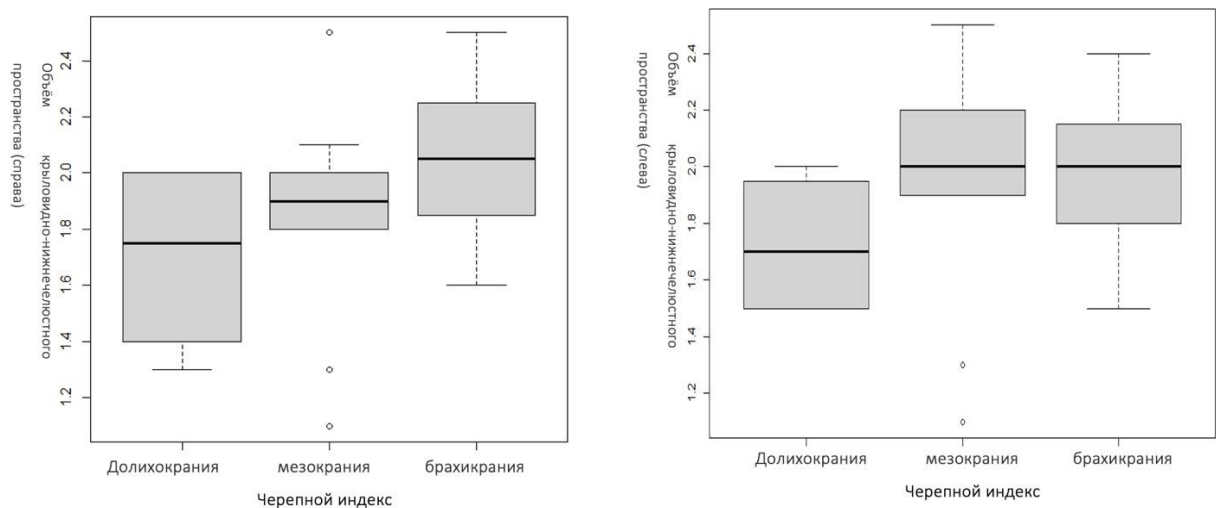


Рисунок 67 — Средние объемы крыловидно-нижнечелюстного пространства (КНЧП) при разных значениях ЧИ в исследуемой группе

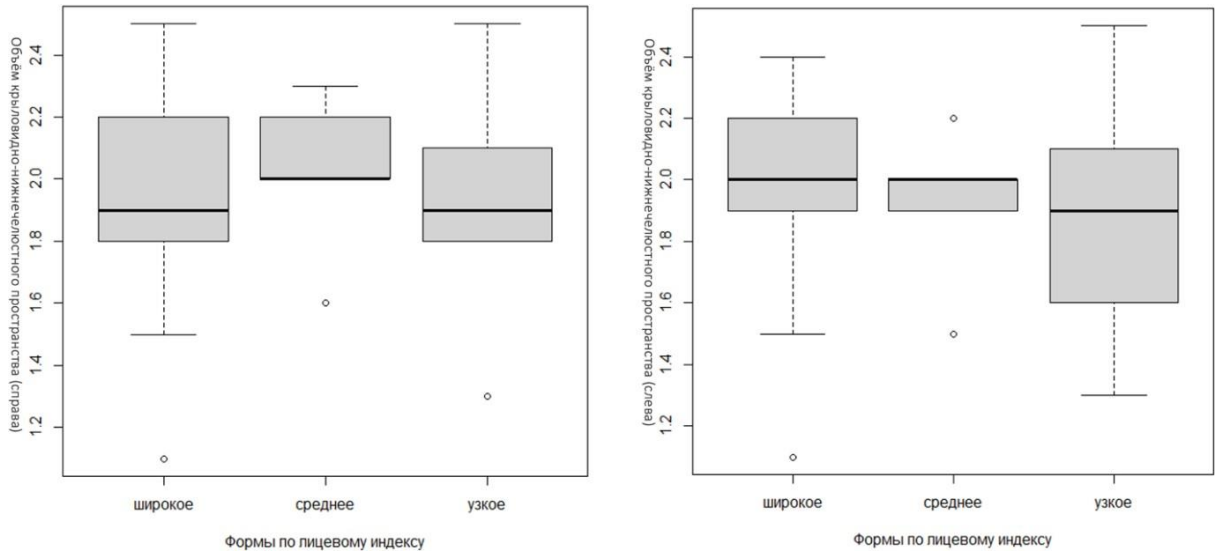


Рисунок 68 — Средние объемы КНЧП при разных значениях ЛИ в исследуемой группе

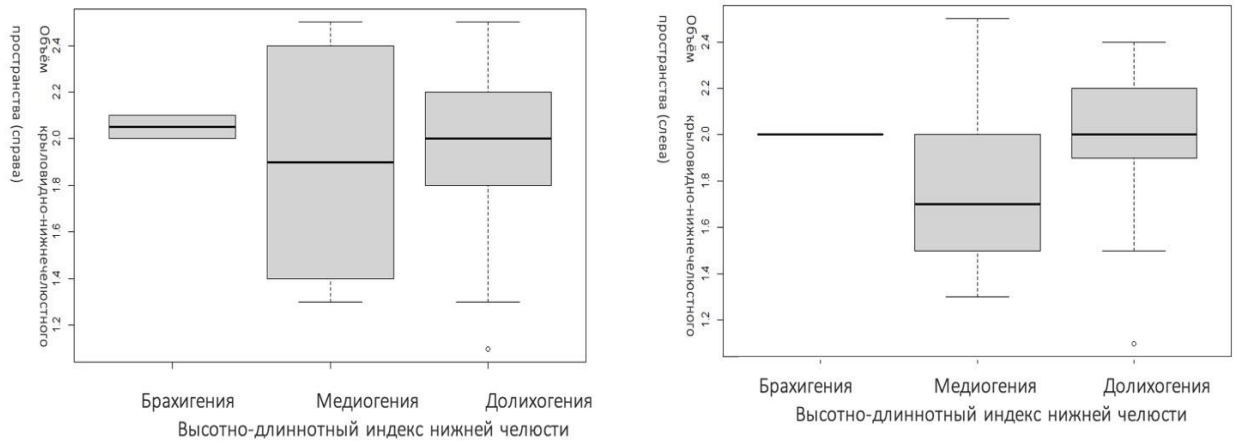


Рисунок 69 — Средние объемы КНЧП при разных значениях ВДИНЧ в исследуемой группе

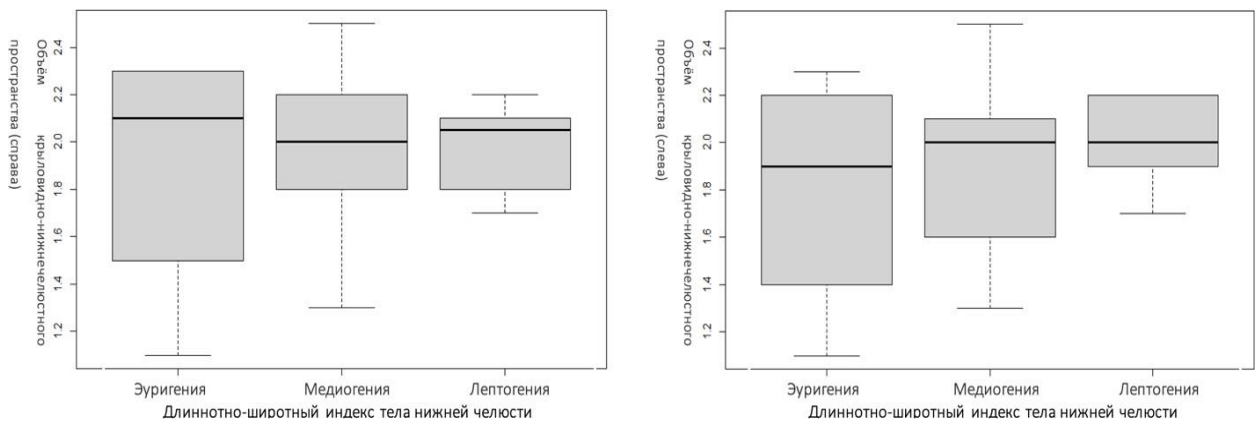


Рисунок 70 — Средние объемы КНЧП при разных значениях ДШИНЧ в исследуемой группе

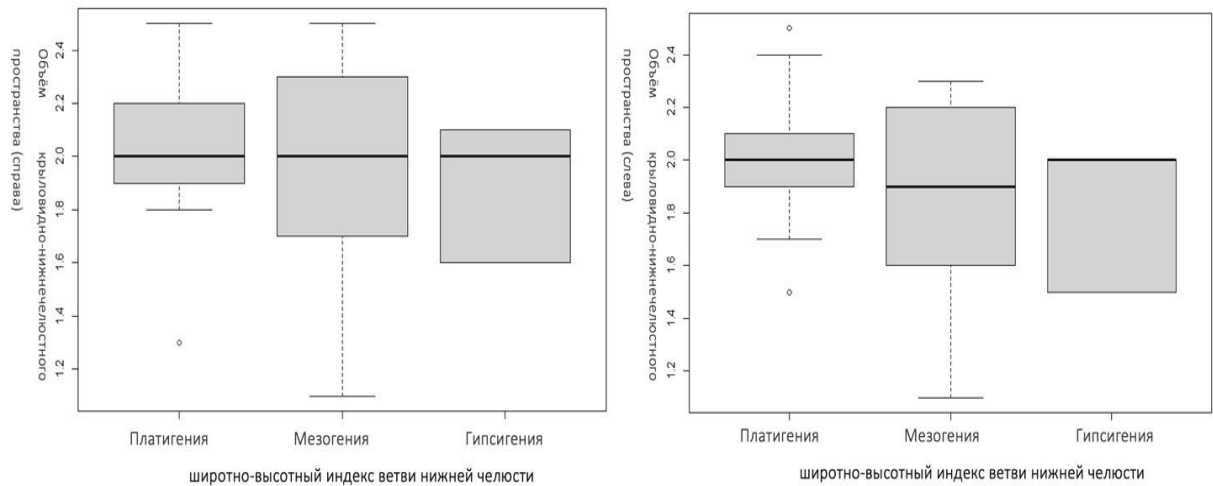


Рисунок 71 — Средние объемы КНЧП при разных значениях ШВИНЧ в исследуемой группе

Результаты однофакторного дисперсионного анализа, при котором сравниваются средние объемы КНЧП при разных значениях индексов челюсти, представлены в Таблице 38.

Таблица 38 — Изучение возможной связи между крыловидно-челюстным пространством и значениями индексов

Параметр	Справа	Слева
Черепной индекс		
	$F = 5,075$ $p = 0,0095$ *	$F = 20,63$ $p = 0,137$
Долихокрания	Есть статистически значимая связь	Нет статистически значимой связи
Мезокрания		
Брахикрания		
Лицевой индекс		
	$F = 0,79$ $p = 0,459$	$F = 0,319$ $p = 0,728$
Широкое лицо	Нет статистически значимой связи	Нет статистически значимой связи
Среднее лицо		
Узкое лицо		
Высотно-длиннотный индекс		
	$F = 0,266$ $p = 0,768$	$F = 0,474$ $p = 0,625$
Нижней челюсти с долихогенией	Нет статистически значимой связи	Нет статистически значимой связи
Нижней челюсти с мезиогенией		
Нижней челюсти с брахиогенией		
Длиннотно-широтный индекс тела нижней челюсти		

Продолжение Таблицы 38

	F = 0,161 p = 0,852	F = 0,936 p = 0,399
Нижней челюсти с лептогенией	Нет статистически значимой связи	Нет статистически значимой связи
Нижней челюсти с мезогенией		
Нижней челюсти с эуригенией		
Широтно-высотный индекс ветви нижней челюсти		
	F = 0,191 p = 0,826	F = 0,991 p = 0,378
Нижней челюсти с гипсигенией	Нет статистически значимой связи	Нет статистически значимой связи
Нижней челюсти с ортогенией		
Нижней челюсти с платигенией		
По полу [#]		
Мужчины	2,0 (1,9–2,3)	2,0 (1,9–2,2)
Женщины	1,9 (1,77–2,0)	1,9 (1,67–2,0)
	U = 240; p = 0,00769	U = 242; p = 0,00819
По возрасту		
	$\rho = 0,193$ (95 % ДИ от - 0,090 до 0,469); p = 0,1455	$\rho = 0,106$ (95 % ДИ от - 0,185 до 0,389); p = 0,426

Примечание: [#] — данные представлены как Me (Q1; Q2); * — статистически значимая взаимосвязь

Имелись статистически значимые различия в объеме КНЧП справа между разными формами по черепному индексу ($F = 5,075$; $p = 0,009$). Наиболее выраженная разница присутствовала между образцами с брахикранией и долихокранией: 0,35 мм (95 % ДИ 0,05-0,65); $p = 0,019$. Убедительных данных о взаимосвязи объема КНЧП с величиной лицевого индекса получено не было. Кроме того, на данный момент нам не удалось получить однозначных статистических данных о влиянии формы нижней челюсти на объем КНЧП, хотя по многим параметрам полученные цифры указывали на клиническое значение наблюдаемых различий. Полученные результаты, вероятно, объясняются размером выборки, особенностями математического расчета самих индексов по определению формы НЧ, т. к. по своей природе они являются интегральными.

Показатели для мужчин превышали таковые для образцов, полученных от женщин. Присутствовала статистически значимая корреляция с полом для параметров как с правой, так и с левой стороны. Взаимосвязи объема крыловидно-

нижнечелюстного пространства с возрастом не было выявлено: присутствовала положительная очень слабая статистически не значимая корреляция (коэффициент Спирмена 0,106–0,193 в зависимости от стороны).

В ходе однофакторного регрессионного анализа была подтверждена статически значимая связь между объемом крыловидно-нижнечелюстного пространства для правой ($y_{\text{прав}}$) и левой стороны ($y_{\text{лев}}$) и полом человека. Соответствующие математические уравнения приведены ниже:

$$y_{\text{прав}} = 1,825 + 0,19265 \times X$$

$$y_{\text{лев}} = 1,80833 + 0,18578 \times X$$

В то же время наблюдалась обратная картина применительно к возрасту (Таблица 39).

Таблица 39 — Результаты регрессионного анализа между объемом КНЧП, полом и возрастом

Изучаемый фактор	Регрессионный коэффициент	Стандартная ошибка коэффициента	Значение p
Пол мужчины vs женщины			
Для правой стороны	0,19265	0,08708	0,0310
Для левой стороны	0,18578	0,08246	0,0282
Возраст			
Для правой стороны	0,01287	0,00732	0,0843
Для левой стороны	0,01027	0,007	0,1480

Далее приведем результаты многофакторной регрессии, основанной на следующем уравнении: $y = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{пол}} + \beta_2 X_{\text{возраст}} + e$

Согласно этой многофакторной регрессионной модели, интерпретация регрессионных коэффициентов β_1 и β_2 такова, что мы можем оценить средний эффект пола человека при постоянной переменной *возраст*, а также средний

эффект возраста на объем крыловидно-нижнечелюстного пространства, когда переменная *пол* постоянна.

В нашем случае, если в модели с полом (для левой стороны) добавлена еще и информация о возрасте, то регрессионный коэффициент для пола уменьшается (с 0,18578 на 0,166013), а *p* изменяется с 0,0282 на 0,0552 (расценено как пограничная значимость). Отметим, что признаков мультиколлинеарности не выявлено (VIF находился в пределах от 1,01 до 1,03).

Также мы проверяли, оказывает ли какое-либо влияние на зависимую переменную введение в регрессионную модель статистического взаимодействия — это переменная *пол × возраст*. Регрессионное уравнение может быть выражено следующим образом: $\hat{y} = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{пол}} + \beta_2 X_{\text{возраст}} + \beta_3 X_{\text{пол}} \times X_{\text{возраст}} + e$

Отметим, что, включая в уравнение статистическое взаимодействие *пол × возраст*, мы допускаем различие в наличии эффекта на объем пространства от дополнительного года жизни для мужчин и для женщин. Здесь коэффициент β_3 — это ожидаемая разница в эффекте дополнительного года жизни для мужчин по сравнению с женщинами. В нашем случае взаимодействие не было статистически значимо связано с объемом крыловидно-нижнечелюстного пространства (регрессионный коэффициент -0,00452; *p* = 0,77843), предсказательная способность модели не улучшалась, то есть этой переменной можно пренебречь при разработке регрессионной модели

Выше мы описывали статически значимую связь между объемом крыловидно-нижнечелюстного пространства и полом человека. Распределение данных с разбивкой по полу представлено с помощью комбинированного графика в виде скрипичной диаграммы, которая сочетает в себе диаграмму размахов и т. н. график плотности ядра (Рисунок 72, Рисунок 73). Это позволило отобразить не только сводные описательные статистики, но и изучить плотности по каждой переменной. Более широкие участки скрипичного графика демонстрируют более высокую вероятность того, что признак примет данное значение; более тонкие участки отражают более низкую вероятность. На соответствующих графиках виден

преобладающий объем крыловидно-нижнечелюстного пространства в образцах, полученных от мужчин.

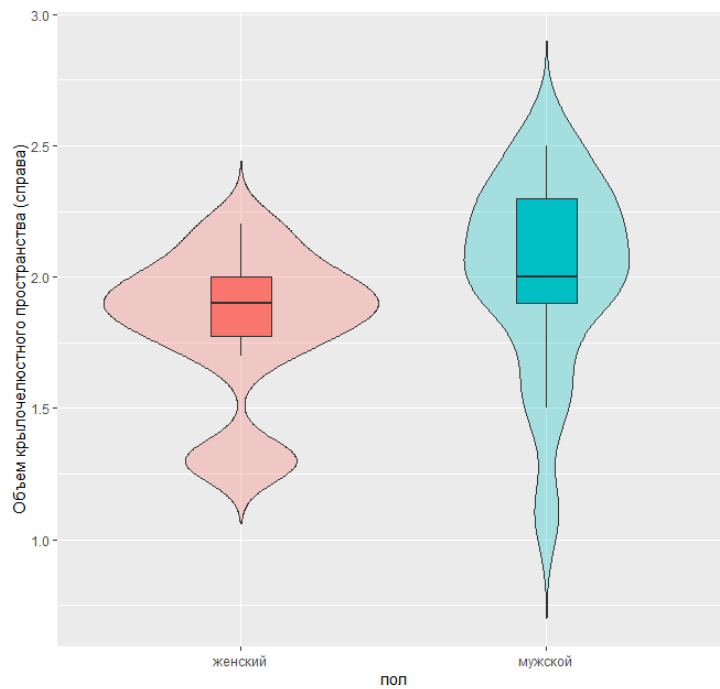


Рисунок 72 — Скрипичная диаграмма в сочетании диаграммой размахов для измерений справа

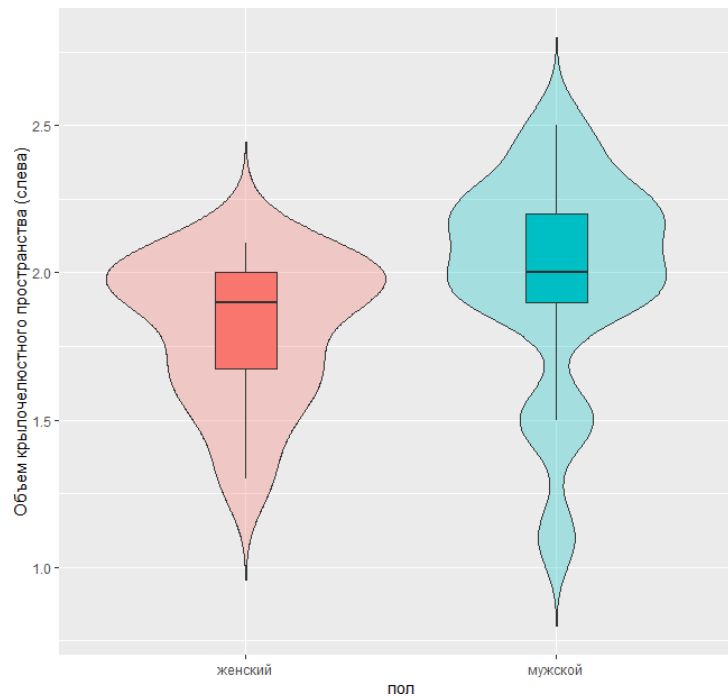


Рисунок 73 — Скрипичная диаграмма в сочетании диаграммой размахов для измерений слева

3.3. Результаты биомеханического прототипирования положения челюсти в программных пакетах SolidWorks

Пространство между нижнеальвеолярной артерией, нижнечелюстным нервом и местом ввода анестезии на 0,95 мм выше нижнечелюстного отверстия представлено треугольником (Рисунок 74), в зависимости от положения челюсти были проведены измерения смещения точек на исследуемых поверхностях.

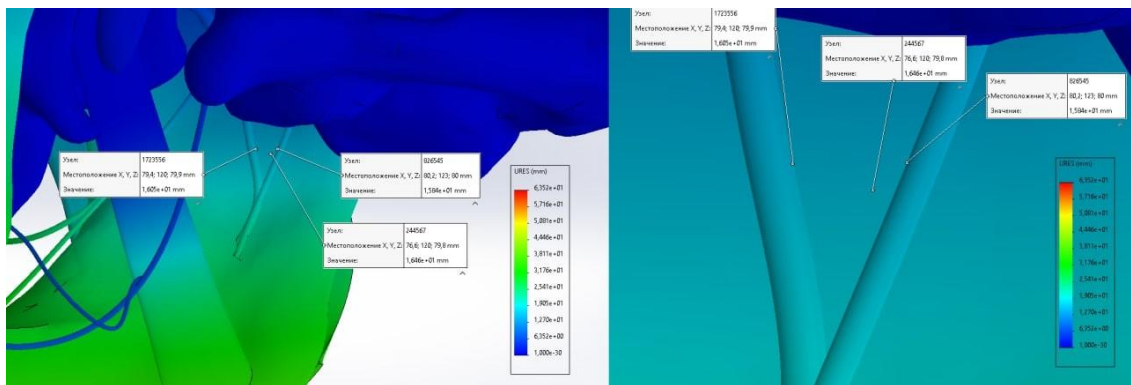


Рисунок 74 — Интерфейс SolidWorks. Эпюра перемещений при неполном открытии челюсти и смещении вправо. Использование команды зондирование

На Рисунке 75 отображена эпюра перемещений при открытии челюсти наполовину и смещении влево. Модель помещена на деформированную форму.

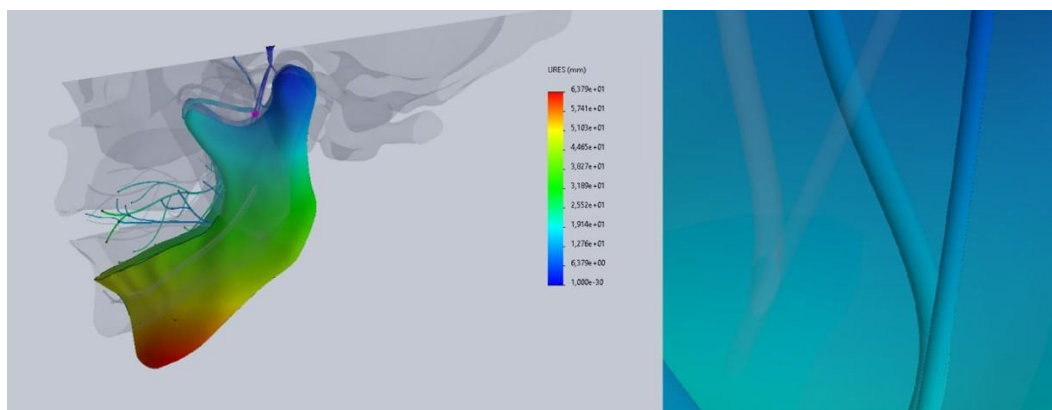


Рисунок 75 — Интерфейс SolidWorks. Эпюра перемещений при неполном открытии челюсти и смещении влево. Модель помещена на деформированную форму

Первая группа исследований: смещение челюсти по оси OZ на 4,8 см.

Вторая группа исследований: смещение челюсти по оси OZ на 4,8 см и смещении влево на 17° (измерения проводились относительно левой стороны) и вправо на 17° .

Третья группа исследований: смещение челюсти по оси OZ на 3,4 см и смещении по OY на 2,2 см влево и вправо поочередно.

Расстояние между исследуемыми поверхностями при закрытой челюсти равнялось 3,09 мм.

В первой группе исследований наблюдается уменьшение расстояния между поверхностью сосуда и челюсти на 0,39 мм (исследование № 1).

Во второй группе исследований отмечено увеличение расстояния между поверхностью сосуда и нерва на 1,63 мм — при смещении челюсти влево (исследование № 2), при смещении вправо расстояние изменилось на 1 мм относительно исходного состояния (исследование № 3).

В третьей группе исследований при смещении челюсти влево (исследование № 4) расстояние изменяется на 2,92 мм. Стоит отметить что в последнем случае сосуд и нерв смещаются влево, образуя острый угол между сосудом, челюстью и артерией относительно точки (выше уровня нижнечелюстного отверстия), на которую ориентируются врачи при проведении анестезии. При смещении вправо (исследование № 5) — 3,63 мм. Стоит отметить, что в последнем случае сосуд и нерв смещаются влево, образуя острый угол между сосудом, челюстью и артерией относительно точки (выше уровня нижнечелюстного отверстия), на которую ориентируются врачи при проведении анестезии.

На Рисунке 76 представлены эпюры результирующих перемещений нижней челюсти при различных видах заданных перемещений. Эпюры 1 и 2 являются одним исследованием при различном положении челюсти (открытом и закрытом).

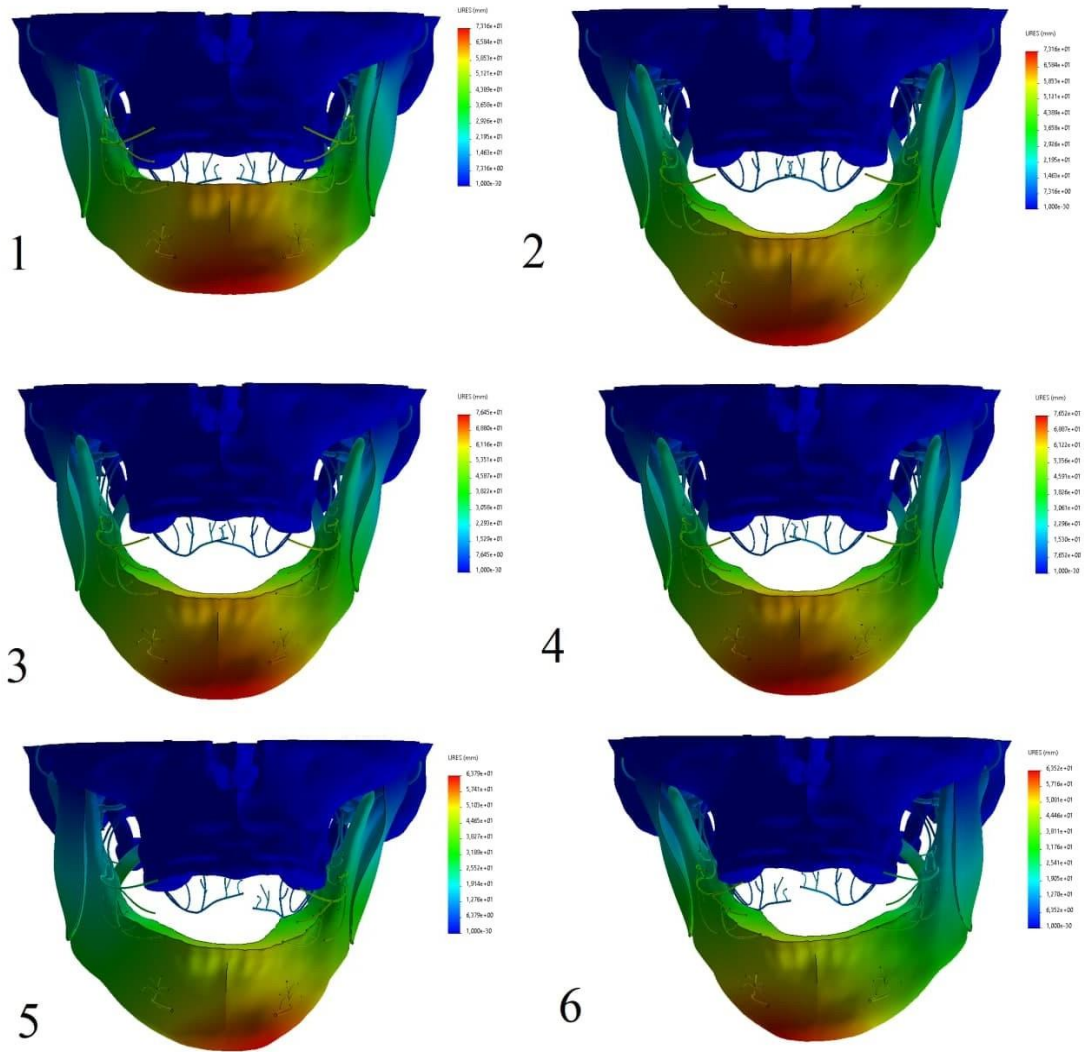


Рисунок 76 — Интерфейс Solidworks. Эпюры результирующих перемещений. 1 — Закрытое положение челюсти. 2 — Открытое положение челюсти (первая группа исследований). 3 — Открытая челюсть на 4,8 см и смещена на 17° влево. 4 — Открытая челюсть на 4,8 см и смещена на 17° вправо (вторая группа исследований). 5 — Открытая челюсть на 3,4 см и смещена на 2,2 см влево. 6 — Открытая челюсть на 3,4 см и смещена на 2,2 см вправо (третья группа исследований)

На Рисунке 77 представлен график, отображающий зависимость номера исследования от расстояния между поверхностями нерва и сосуда. За нулевое исследование было взято начальное расстояние между исследуемыми объектами.

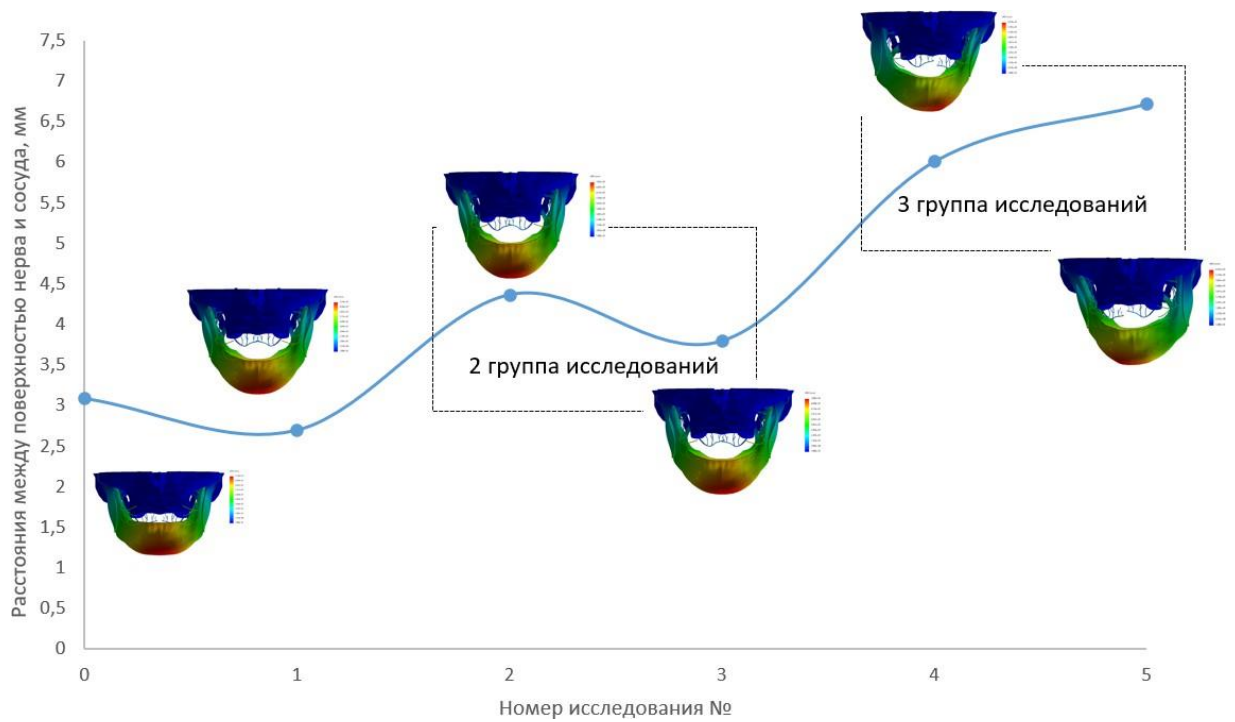


Рисунок 77 — График зависимости расстояния от проводимого исследования

Наибольшее расстояние мы наблюдаем в третьей группе исследований, в частности, при смещении челюсти вправо.

Пространство между поверхностями альвеолярного нерва, сосуда и *raphe pterygomandibularis* формирует треугольник. На Рисунке 78 проиллюстрирована динамика изменения площади треугольника в зависимости от перемещений.

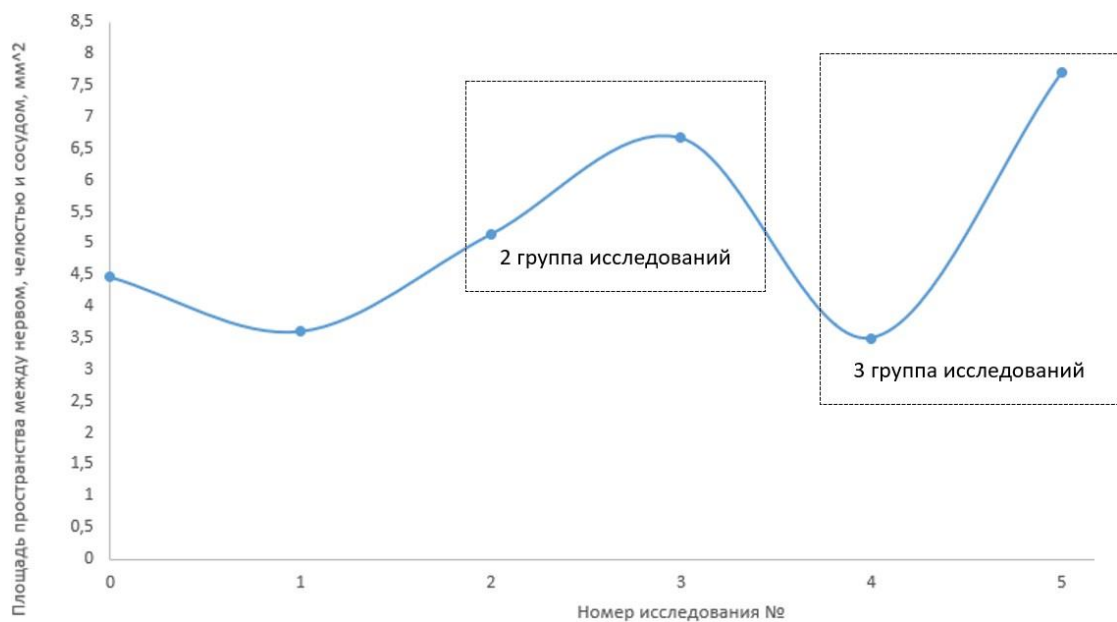


Рисунок 78 — График зависимостей площади «треугольника» (между нервом, челюстью и сосудом) и номером проводимых исследований

В третьей группе исследований при смещении челюсти влево наблюдается наименьшая площадь, при учете увеличении расстояния между поверхностями на 2,92 мм, при смещении вправо площадь составляет 7,7 мм².

На основании полученных данных можно сделать вывод, что при смещении челюсти вправо в случае открытия челюсти наполовину пространство между поверхностями нерва и сосуда максимально увеличивается относительно исходного состояния.

3.4. Результаты работы по созданию навигатора

3.4.1. Эскизы и прототипы навигаторов

Прототип навигатора моделировался в программном обеспечении SolidWorks. Навигатор состоит из 4 конструктивных элементов: [1] головка челюстного фиксатора, [2] рукоятка-ответвление, [3] резьбовая клепка, [4] рукоятка-ответвление с трубкой, [5] трубка. Головка челюстного фиксатора [1] фиксируется оператором в точке [J]. После навигатор позиционируется таким образом, чтобы ось трубки перекрывала точку [Т] между первым и вторым премолярами при открытой челюсти. Внутренний диаметр трубки соответствует диаметру корпуса шприца, который, таким образом, может свободно скользить по трубке вдоль ее оси (Рисунок 79).

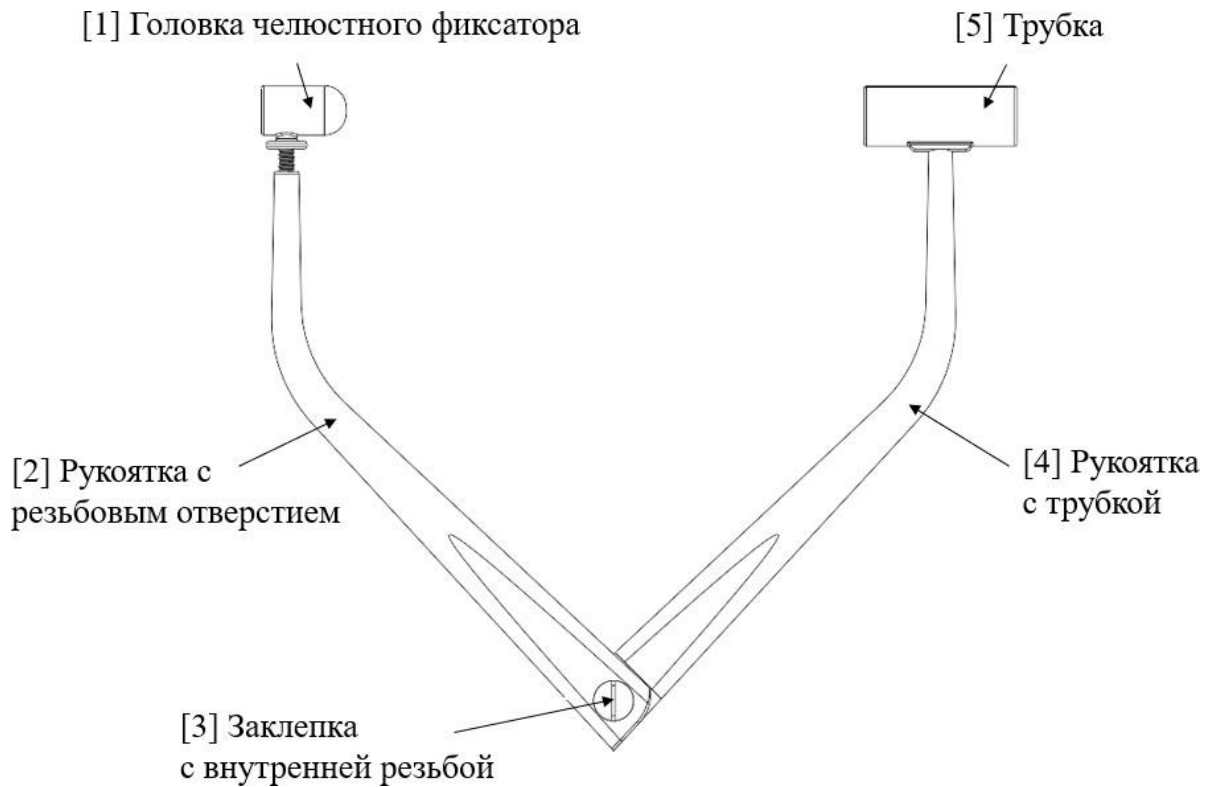


Рисунок 79 — Эскиз навигатора для блокады нижнего альвеолярного нерва

Спроектирована трехмерная модель навигатора для воспроизведения опытного образца методами стереолитографии (SLA) и трехмерной печати. Конструкторская документация представлена в приложении А. На Рисунке 80 изображена трехмерная модель опытного образца.

Позиционирование навигатора осуществлялось в программном обеспечении SolidWorks. Для этого на STL-модель в деформированном состоянии (при открытой челюсти на 46 ± 2 мм со смещением вправо на $17^\circ \pm 2^\circ$) с размеченным ходом иглы накладывалась трехмерная модель навигатора. Головка [1] фиксировалась в районе челюсти в точке [J], а трубка [5] — в районе первого и второго премоляров в точке [Т] так, чтобы ось трубки совпадала с рассчитанной осью ввода иглы (Рисунок 81).



Рисунок 80 —Трехмерная модель опытного образца навигатора для обезболивания нижнего альвеолярного нерва

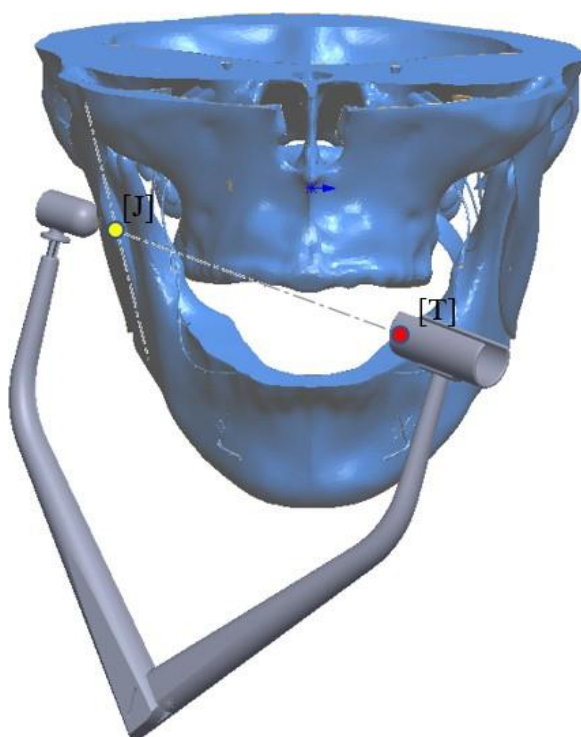


Рисунок 81 — Деформированная модель с установленным приспособлением навигационного типа

В Таблице 40 приведен алгоритм выполнения обезболивания НАН с использованием разработанного приспособления.

Таблица 40 — Алгоритм выполнения обезболивания НАН с использованием разработанного приспособления навигационного типа

Варианты методики	При выполненном обезболивании НАН с использованием разработанного приспособления с правой стороны	При выполненном обезболивании НАН с использованием разработанного приспособления с левой стороны
0 шаг	Пациента просят открыть рот до предела свободы со смещением нижней челюсти на левой стороне на $17^\circ \pm 2^\circ$	Пациента просят открыть рот до предела свободы со смещением нижней челюсти на правой стороне на $17^\circ \pm 2^\circ$
I шаг	Путем пальпации определяется мышечковый отросток (МО) и край нижней челюсти (КНЧ)	
II шаг	Измеряем расстояние между МО и КНЧ (это внешний ориентир расположения головки челюстного фиксатора)	
IV шаг	Держатель шприца (трубка) направляется между коронковыми частями первого и второго премоляров с противоположной стороны до нижней по оси, пересекающей точки [J] и [T]	

На Рисунке 82 представлены результаты тестирования приспособления навигационного типа.



1)



2)



3)



3)



4)

Рисунок 82 — Результаты тестирования разработанного устройства на биологическом материале. 1 фото — определение методом пальпации мышечкового отростка и края нижней челюсти, высоты ветви; 2 фото — определение места фиксации навигатора; 3 фото — определение положения навигатора с внешней стороны, траектории введения шприца; 4 фото — введение окрашенного раствора в крыловидное нижнечелюстное пространство; 5 фото — диссекция крыловидно-нижнечелюстного пространства, где было обнаружено заполнение раствором данного пространства, зафиксировано расположение раствора около нерва, что доказывает эффективность использования разработанного устройства

3.4.2. Результаты клинического этапа: разработка усовершенствованной методики с использованием приспособления навигационного типа

Для сравнения эффективности усовершенствованной и классической методик использованы следующие дизайны исследования: сравнение по типу «до-после», сравнение групп друг с другом.

Усовершенствованная методика с использованием разработанного приспособления навигационного типа

Результаты сравнения показателей по типу «до-после» усовершенствованной методики представлены в Таблице 41.

Таблица 41 — Результаты сравнения показателей по типу «до-после» с использованием разработанного приспособления навигационного типа

Показатель, мКА	M±SD [#]	Минимум	Максимум	Me (МКИ)*
До	5,03±1,10	2	7	5 (4,25–6)
Через 5 минут	83,4±3,41	77	89	83,5 (81–85,8)
Через 10 минут	90,83±2,34	87	97	90 (89–92)
Через 30 минут	95,17±2,73	90	99	95 (93,2–97,8)

[#] Среднее ± стандартное отклонение

* Лучше ориентироваться на медиану и межквартильный интервал — Me (МКИ).

Показатели через 5 минут (желтым цветом обозначено использование разработанного приспособления навигационного типа) представлены на Рисунке 83.

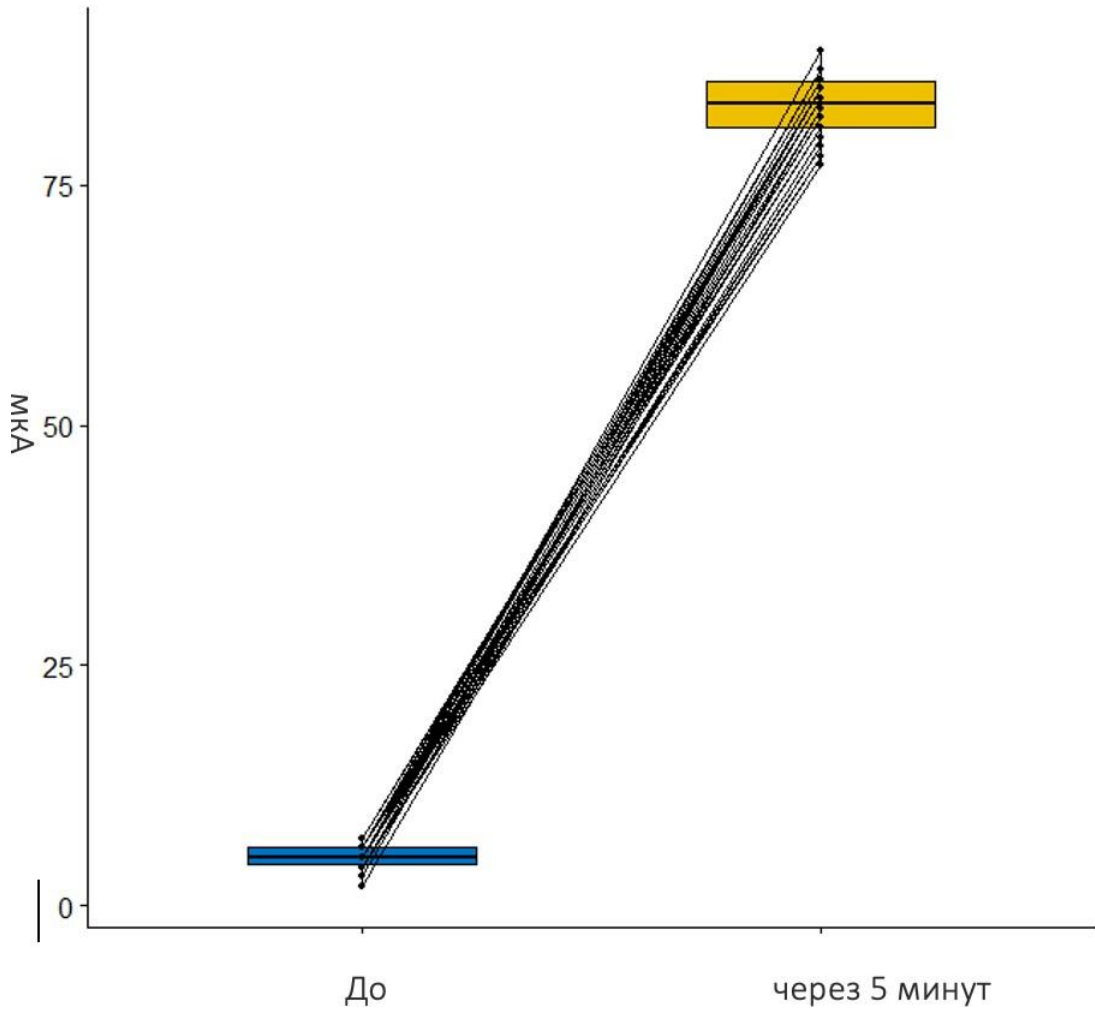


Рисунок 83 — Показатели через 5 минут (желтым цветом обозначено использование разработанного приспособления навигационного типа)

На Рисунке 83 видим значительное возрастание показателей уже через 5 минут, свыше 75 мКА.

Показатели через 10 минут (желтым цветом обозначено использование разработанного приспособления навигационного типа) представлены на Рисунке 84. На рисунке видим продолжающийся рост показателей. Разброс значений несколько уменьшился.

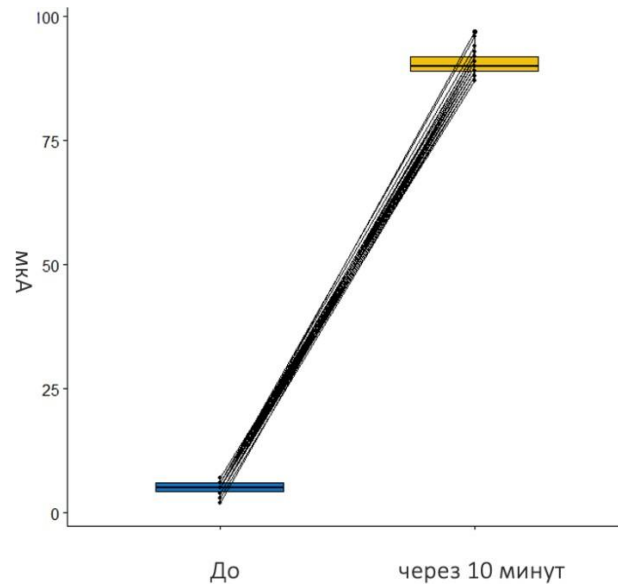


Рисунок 84 — Показатели через 10 минут (желтым цветом обозначено использование разработанного приспособления навигационного типа)

Показатели через 30 минут (желтым цветом обозначена усовершенствованная методика) представлены на Рисунке 85. Тенденция сохранилась, значения несколько возросли.

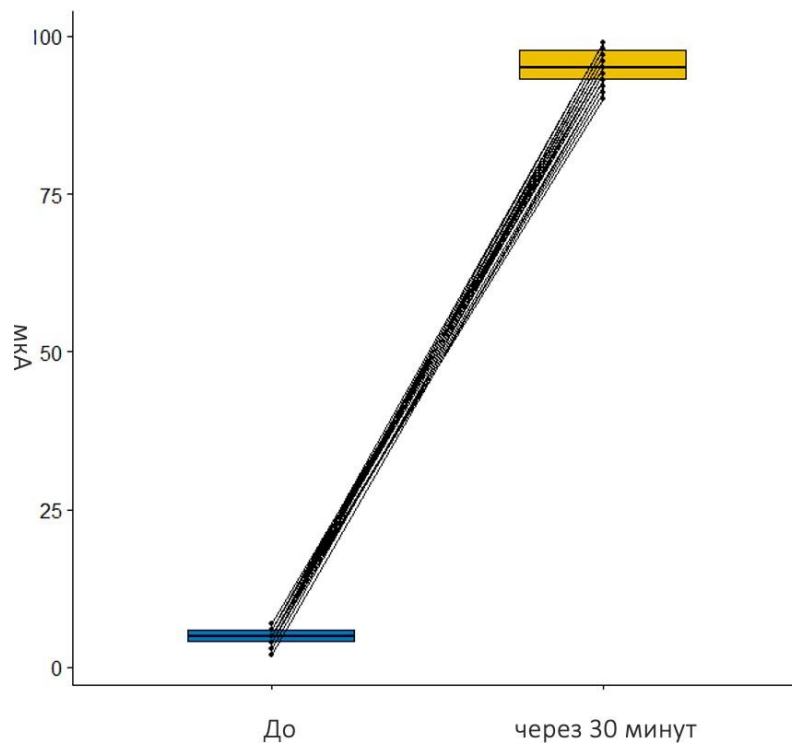


Рисунок 85 — Показатели через 30 минут (желтым цветом обозначено использование разработанного приспособления навигационного типа)

Обобщенная иллюстрация для разработанного приспособления навигационного типа представлена на Рисунке 86.

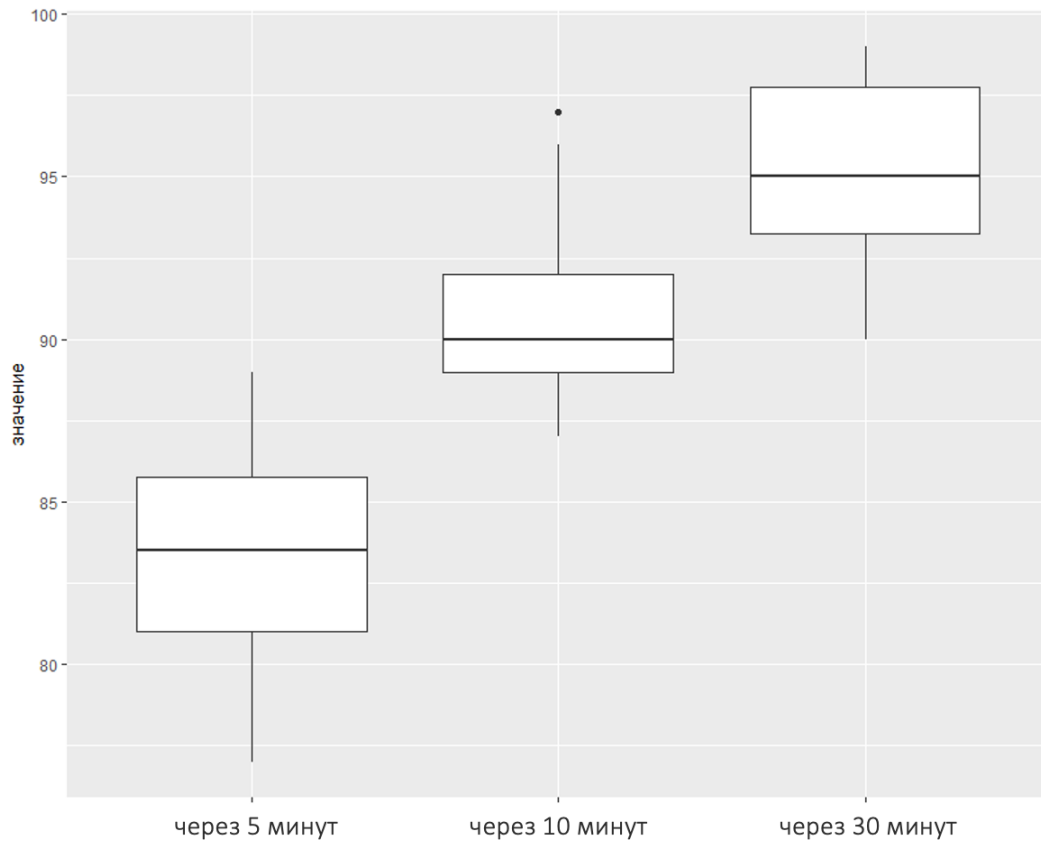


Рисунок 86 — Обобщенный рисунок для усовершенствованной методики

Классическая методика

Результаты сравнения показателей по типу «до-после» классической методики представлены в Таблице 42.

Таблица 42 — Результаты сравнения показателей по типу «до-после» классической методики

Показатель, мкА	$M \pm SD^{\#}$	Минимум	Максимум	Me (МКИ) *
До	5,16±1,18	2	7	5 (5–6)
Через 5 минут	73,5±3,57	68	84	73 (71–75,8)
Через 10 минут	83,63±3,35	78	89	83 (81–86)
Через 30 минут	90,5±2,86	84	98	91 (89–92)

Среднее \pm стандартное отклонение

* Лучше ориентироваться на медиану и межквартильный интервал — Ме (МКИ).

Показатели через 5 минут (красным цветом обозначена классическая методика) представлены на Рисунке 87.

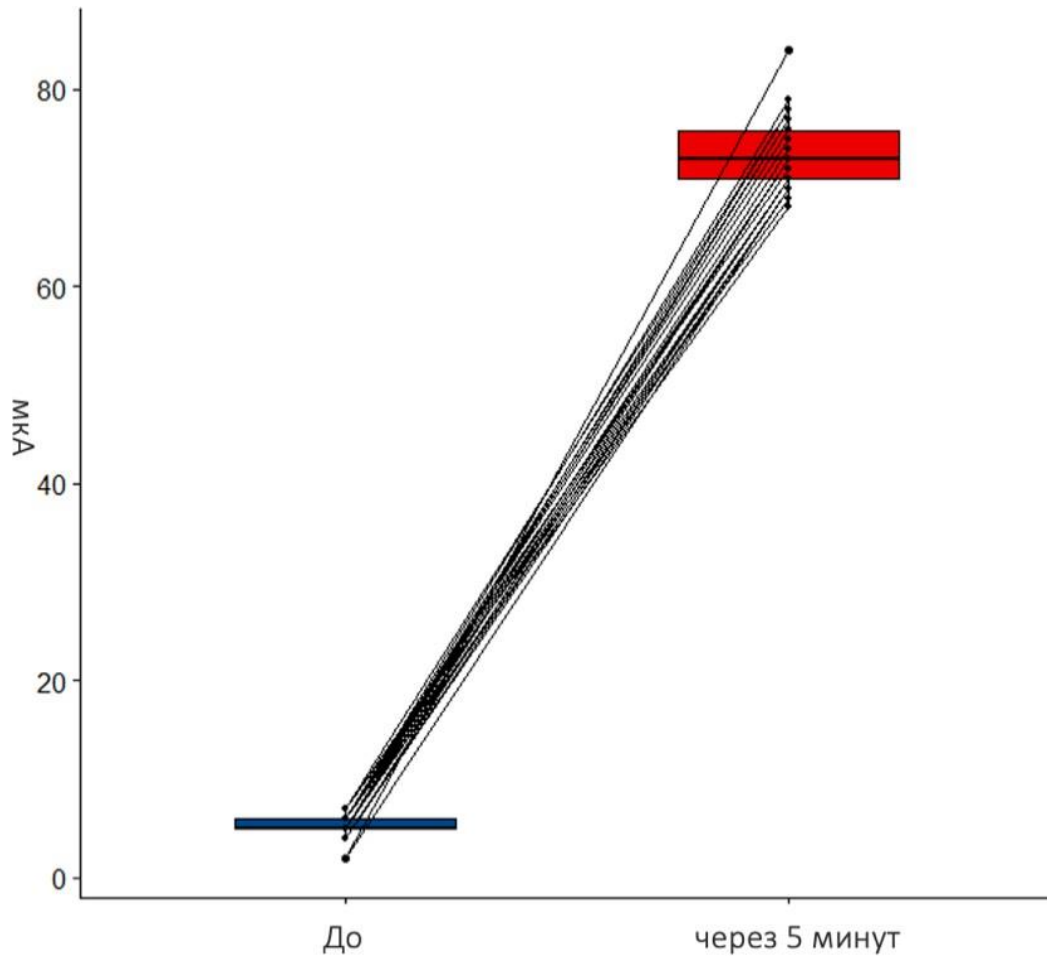


Рисунок 87 — Показатели через 5 минут (красным цветом обозначена классическая методика)

На Рисунке 87 видим рост показателей, превышавший 65 мкА. Также на рисунке заметим и один выброс, т. е. необычно высокое значение.

Показатели через 5 минут (красным цветом обозначена классическая методика) представлены на Рисунке 88. Тенденция к росту сохраняется, значение превысило 75 мкА.

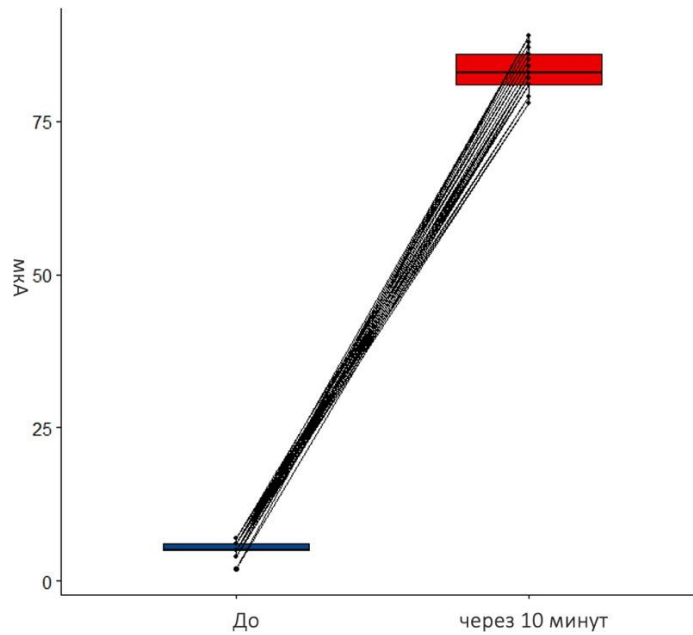


Рисунок 88 — Показатели через 10 минут (красным цветом обозначена классическая методика)

Показатели через 30 минут (красным цветом обозначена классическая методика) представлены на Рисунке 89. Отмечен значительный рост по сравнению с началом эксперимента. В целом разброс значений неширок, но среди них выявлены два выброса.

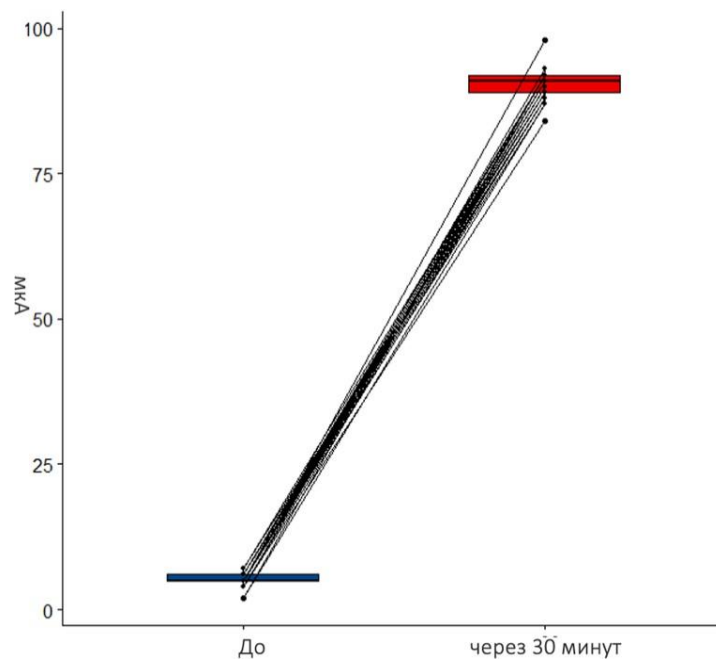


Рисунок 89 — Показатели через 30 минут (красным цветом обозначена классическая методика)

Обобщенная иллюстрация для усовершенствованной методики представлена на Рисунке 90.

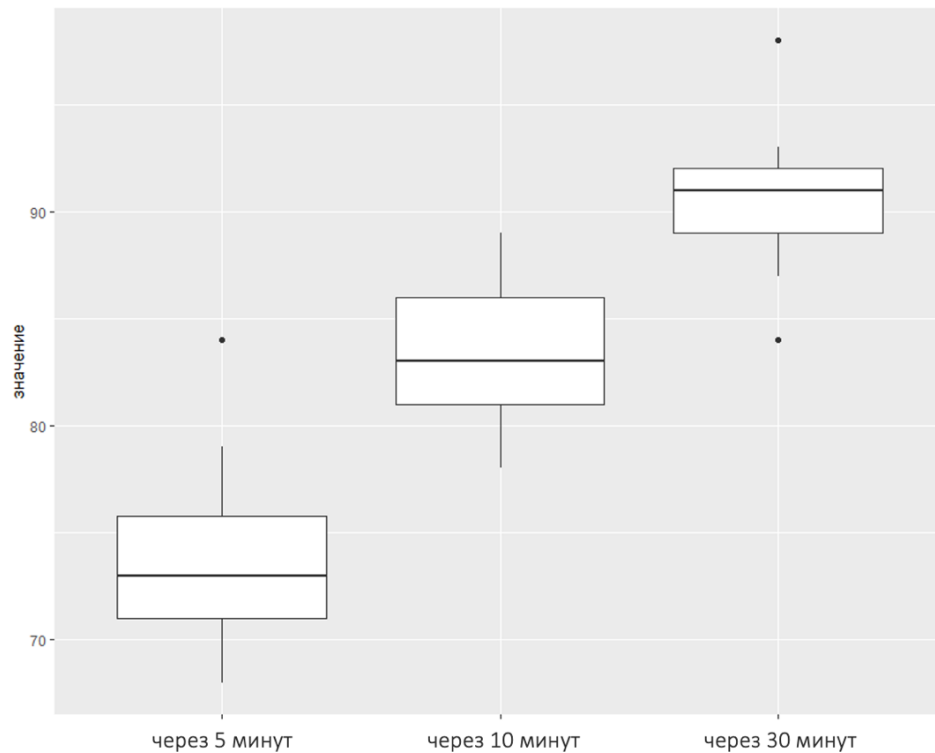


Рисунок 90 — Обобщенный рисунок для классической методики

Сравнение двух методик

В Таблице 43 приведено сравнение двух методик.

Таблица 43 — Сравнение классической методики и методики с использованием разработанного приспособления навигационного типа

Показатель, мкА	Усовершенствованная методика	Классическая методика	Критерий U Манна-Уитни [#]	Значение p усовер. vs класс.
До	5 (4,25–6,0)	5 (5–6)	409	0,527
Через 5 минут	83,5 (81–85,8) ↑ на 10,5 мкА	73 (71–75,8)	873	<0,0001 *
Через 10 минут	90 (89–92) ↑ на 7 мкА	83 (81–86)	$t = 9,66$	<0,0001 *
Через 30 минут	95 (93,2–97,8) ↑ на 4 мкА	91 (89–92)	793.5	<0,0001 *

Примечания: # — критерий Манна-Уитни, если не указано иное;

* — различия статистически значимы.

При использовании критерия Манна-Уитни нулевая гипотеза подразумевала идентичность сравниваемых выборок. При использовании критерия t нулевая гипотеза подразумевала отсутствие разницы между средними величинами.

На рисунках ниже жирной горизонтальной линией внутри прямоугольника обозначена медиана. Сравнение методик по показателям до воздействия представлено на Рисунке 91.

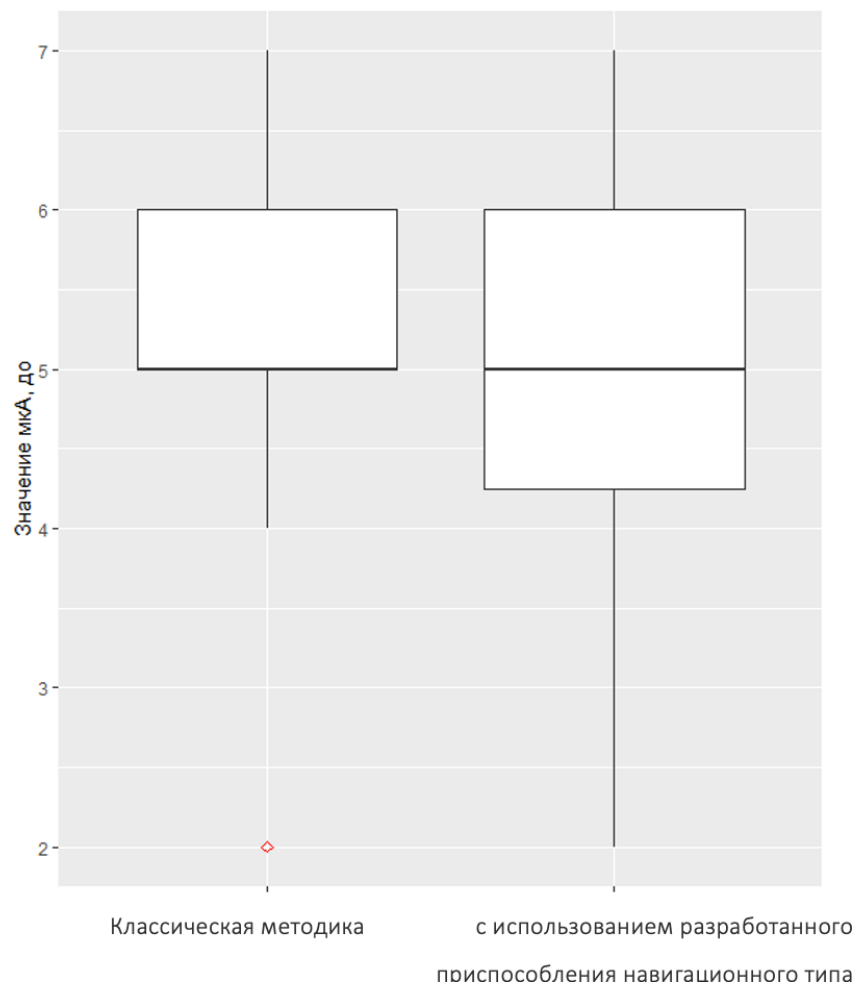


Рисунок 91 — Сравнение методик по показателям до воздействия

Различия в показателях исходно отсутствовали.

Сравнение двух методик через 5 минут представлены на Рисунке 92. При использовании разработанного приспособления навигационного типа показатели значительно выше.

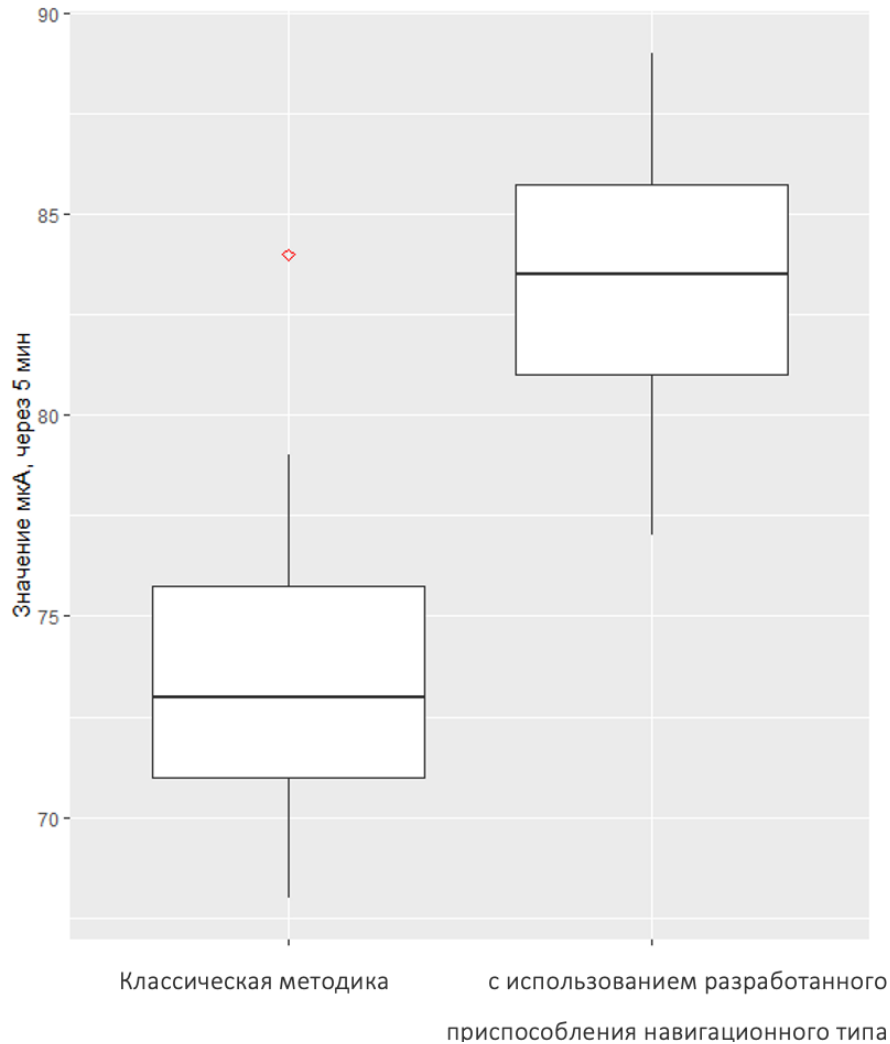


Рисунок 92 — Сравнение методик по показателям через 5 минут

Сравнение двух методик через 10 минут представлено на Рисунке 93. Уровни для обеих групп стали выше. С использованием разработанного приспособления навигационного типа показатели значительно превышали таковые для классической методики.

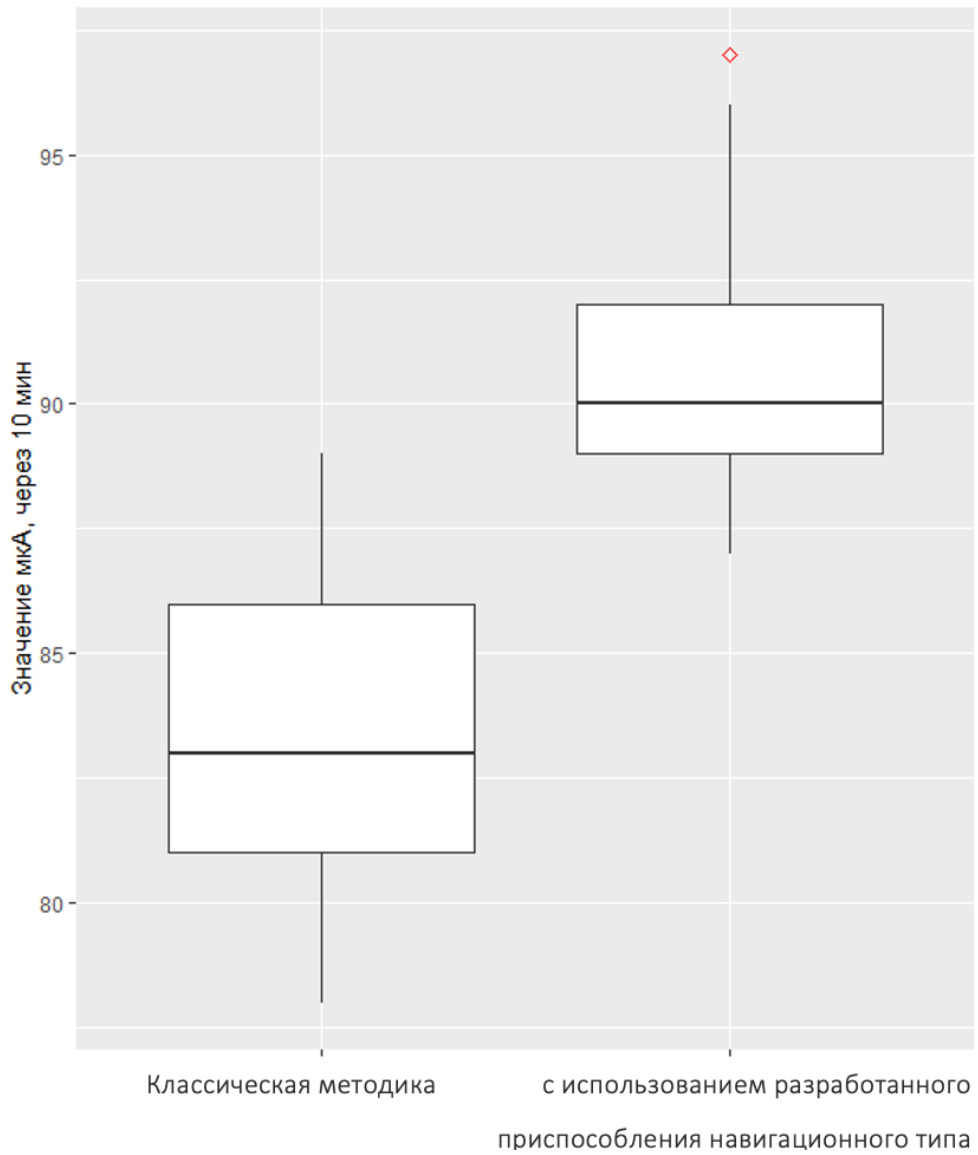


Рисунок 93 — Сравнение методик по показателям через 10 минут

Сравнение двух методик через 30 минут представлено на Рисунке 94. Существенные различия между группами сохранились в пользу разработанного приспособления навигационного типа.

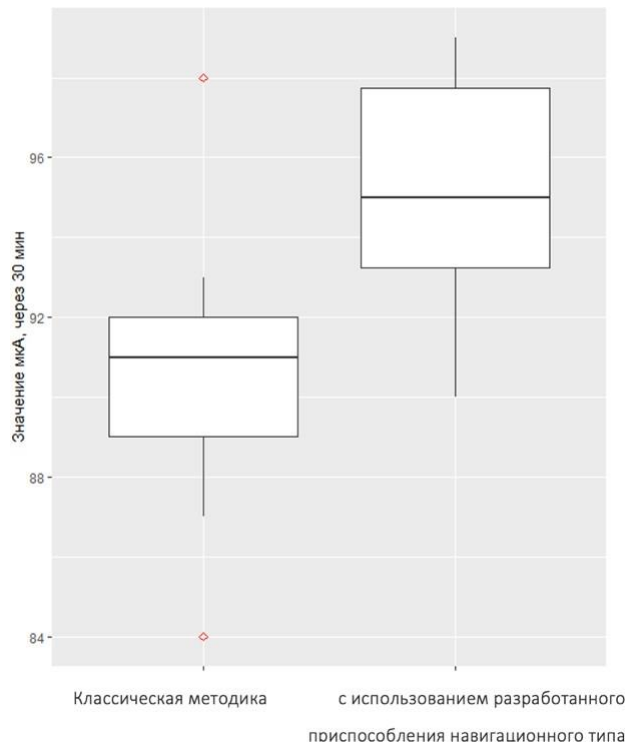


Рисунок 94 — Сравнение методик по показателям через 30 минут

Также две методики можно сравнить по гистограммам «ящик с усами» (Рисунок 95). В динамике сохранялись различия между двумя методиками, во всех случаях — в пользу использования приспособления навигационного типа.

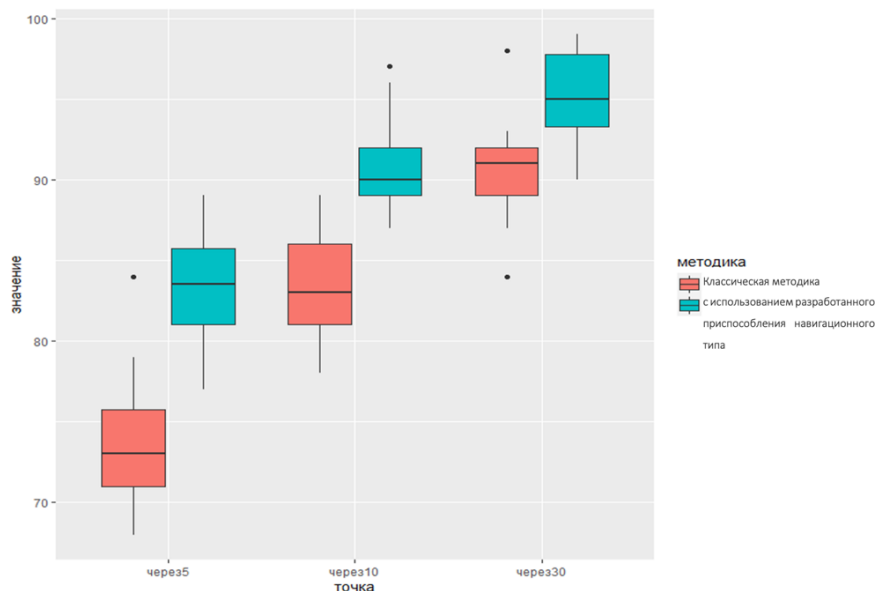


Рисунок 95 — Сравнение показателей по двум методикам

Для обеих методик не обнаружено взаимосвязи значений в мкА и возраста (проверено графически и с помощью корреляции Спирмена).

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В диссертационной работе нами проведено исследование вариантной анатомии целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти в зависимости от типа черепа, лицевого индекса и формы нижней челюсти и объема крыловидно-нижнечелюстного пространства на анатомическом материале. Поиск четкой локализации нижнечелюстного отверстия является обязательным условием перед анестезией нижнеальвеолярного нерва и во время любых стоматологических процедур на нижней челюсти, сопровождающихся болью. Точное определение целевого пункта обеспечивает более эффективную анестезию, что, в свою очередь, приводит к более легкому сопровождению пациента.

В данной работе проведена оценка местоположения нижнечелюстного отверстия при различных формах черепа, лица и нижней челюсти. Измеряли линейные параметры черепа и нижней челюсти, вычисляли черепной и лицевой индексы, определяли расположение нижнечелюстного отверстия, форму черепа и нижней челюсти. Были получены количественные данные по расположению нижнечелюстного отверстия при разной форме черепа и лица. Выявлена значимая корреляция между расположением нижнечелюстного отверстия, ВДИ и ШВИ. Определение расположения нижнечелюстного отверстия врачами-стоматологами на основе анализа краниометрических характеристик у конкретного пациента позволит предотвратить повреждение нижнечелюстного сосудисто-нервного пучка и снизить частоту осложнений стоматологических процедур.

В данной работе проведена корреляция положения нижнечелюстного отверстия с черепным индексом: выявлены незначительные взаимосвязи (в основном отрицательные) с величиной черепного индекса.

Изучена корреляция положения нижнечелюстного отверстия с лицевым индексом. Выявлены статистически значимые взаимосвязи между лицевым индексом и тремя параметрами, а именно: расстоянием от угла нижней челюсти до язычка, расстоянием от язычка до венечного отростка, шириной ветви нижней челюсти.

Проведена корреляция положения нижнечелюстного отверстия с ВДИ. Выявлены статистически значимые прямые корреляции для обеих сторон с ВДИ для следующих параметров: расстояние от угла нижней челюсти до язычка, расстояние от язычка до венечного отростка, расстояние от язычка до мышцелкового отростка, а также от язычка до вырезки.

Исследована корреляция положения нижнечелюстного отверстия с ДШИ. Выявлена прямая слабая корреляция между шириной ветви нижней челюсти и ДШИ с обеих сторон.

Топография нижнечелюстного отверстия вариативно зависит от степени атрофии альвеолярной части нижней челюсти, что клинически созависимо от состояния зубного ряда по Кеннеди. Так, статистически значимые различия отражают зависимость расстояний от угла нижней челюсти до язычка слева ($p = 0,006$); от язычка до мышцелкового отростка справа ($p = 0,0011$) и слева ($p = 0,003$); от ширины ветви нижней челюсти слева ($p = 0,0039$); от ширины ветви нижней челюсти справа ($p = 0,009$) и слева ($p = 0,0158$). С противоположной стороны такой зависимости обнаружено не было, что подтверждает необходимость индивидуального выбора целевого пункта не только относительно костных ориентиров, но и стороны инъекции.

В настоящее время неопределенность в местоположении нижнечелюстного отверстия рассматривается как один из основных факторов высокой частоты неудач анестезии в стоматологии [202]. Например, Т. М. You et al. (2015) изучили 693 случая удаления нижних третьих моляров у 575 пациентов при использовании обезболивания НАН [255]. На основании значений мышцелково-короноидального отношения авторы классифицировали форму нижней челюсти как нормальную, ретрогнатическую и прогнатическую. Было выявлено, что частота неудачного обезболивания НАН была существенно выше при ретрогнатической нижней челюсти, чем при нормальной ее форме (14,5 % против 7,3 %, $p=0,019$), а по сравнению с прогнатической нижней челюстью не было выявлено значимых отличий. При этом частота неудач была самой высокой при величине мышцелково-короноидального отношения $<0,8$, что соответствовало тяжелой ретрогнатической

нижней челюсти. Авторы сделали вывод, что эффективность анестезии при стоматологических манипуляциях зависит от морфологических характеристик нижней челюсти.

В работе [241] на 50 челюстях проводилось исследование по локализации нижнечелюстного отверстия по отношению к границам нижнечелюстной ветви, а также определению квадранта ветви, в котором расположено отверстие в вертикальном и горизонтальном направлениях. Авторами была проведена корреляция наименьшего расстояния между передней границей (ПК) ветви нижней челюсти и передней границей ОНЧ (ПК-ОНЧ), наименьшим расстоянием между задней границей ОНЧ и задней границей (ЗК) нижнечелюстной ветви (ОНЧ-ЗК), наименьшим расстоянием между нижней границей ОНЧ и основанием нижней челюсти (ОНЧ-ОН), наименьшим расстоянием между нижней точкой нижнечелюстной вырезки (верхняя граница) и нижней границей НВ (НВ-ОНЧ), наименьшим переднезадним измерением ветви, проходящей через ОНЧ (ПК-ЗК), и гониальным углом нижней челюсти (УНЧ). По данным исследования, ПК-ОНЧ составил 1,61 см с правой стороны и 1,63 см с левой стороны, ОНЧ-ЗК — 1,17 см с правой стороны и 1,13 см с левой стороны, НВ-ОНЧ — 2,36 см как с правой, так и с левой стороны, а ОНЧ-ОН составлял 2,35 см с правой стороны и 2,28 см с левой стороны.

Авторы [241] обнаружили отрицательную корреляцию гониального угла нижней челюсти (УНЧ) с ПК-ЗК шириной нижнечелюстной ветви и с расстоянием между ОНЧ и границами ветви, что соответствует выводам нашей работы, поскольку гониальный угол, в свою очередь, обратнопропорционален высотно-длиннотному индексу. Это означало, что у лиц с низким длиннотно-широтным индексом можно было выполнить обезболивание НАН с помощью прокола ниже, чем при обычном проколе короткими иглами. У лиц большим длиннотно-широтным индексом можно было выполнить обезболивание НАН более высокой пункцией, чем общепринятая, с меньшей вероятностью успеха при использовании коротких игл.

Исследование, проведенное Mbajiorgu, показало, что положение ОНЧ было очень индивидуальным, но в среднем находилось примерно на 2,56 мм (справа) и 2,0 (слева) позади середины ширины ветви [216].

Varma и др. [272] обнаружили, что среднее расстояние ОНЧ от нижнечелюстной выемки составляет около 20–25 мм как в зубной, так и в беззубой нижней челюсти. Данными авторами также было обнаружено, что ОНЧ располагается примерно в 16 мм от передней границы ветви и примерно в 13 мм от задней границы ветви в левой и правой группах нижних челюстей.

Знание локализации ОНЧ от передней границы и окклюзионной плоскости помогает стоматологам правильно локализовать место входа нижнеальвеолярного нерва в его отверстие при операциях депульпации и техниках обезболивания нервов. Повреждения нижнего альвеолярного нерва можно избежать при горизонтальной, вертикальной и косой остеотомии ветви. Информация о расстоянии ОНЧ от внутреннего косо́го гребня может помочь в разработке новой техники обезболивания нижнего альвеолярного нерва с использованием внутреннего косо́го гребня в качестве основного ориентира.

Знание расстояния ОНЧ от заднего края ветви и нижнего края нижней челюсти и мышелка было бы полезно при разработке новых экстраоральных методов обезболивания нижнего альвеолярного нерва.

Выполнено биомеханическое прототипное исследование пространства, в ходе которого определена зависимость перемещений нижнечелюстного нерва и нижнеальвеолярной артерии при различных положениях нижней челюсти.

Понимание анатомии крыловидно-нижнечелюстного пространства критически важно для проведения успешного обезболивания НАН и минимизации возможных осложнений данной методики местного обезболивания. Существует множество внутриротовых методик обезболивания НАН, которые в основном осуществляются при широко открытом рте пациента [193, 102]. При достаточно высокой эффективности этих методик, которая тем не менее варьируется в зависимости от техники, не исключаются и неудачи, что может быть связано с вариативностью хода ветвей нижнечелюстного нерва, наличием фуркаций,

особенностями анатомии соединительной ткани крыловидно-нижнечелюстного пространства [247, 168, 271, 199, 197, 237]. С другой стороны, причинами неудачи инъекции могут быть ошибки в нахождении анатомических ориентиров для вкола и продвижения иглы врачом или дефицит кооперации со стороны пациента, недостаточное открывание рта [173, 174].

Учитывая высокую васкуляризацию крыловидно-нижнечелюстного пространства, отдельного рассмотрения заслуживает возможность попадания инъекционной иглы в просвет сосуда. Внутрисосудистое введение раствора анестетика приводит не только к недостаточной эффективности местного обезболивания, но и сопряжено с повышением риска системной токсичности, тахикардии, увеличения артериального давления [254]. Травма сосудистой стенки является фактором риска возникновения постинъекционных гематом [271]. Попадание раствора местного анестетика в сосудистое русло также может привести к расстройствам зрения, возникновению ишемии кожи лица [279].

По данным различных исследований, частота внутрисосудистых инъекций при выполнении обезболивания НАН составляет от 0,08 до 22 % в зависимости от используемой техники [138, 254, 174, 213]. При этом ряд авторов [148, 189, 227] указывают, что использование техники Вазирани-Акинози при закрытом рте сопровождается меньшим процентом случаев положительной аспирационной пробы, чем при классической технике, предложенной Halstead.

Изменение положения сосудисто-нервного пучка при различных перемещениях нижней челюсти безусловно заслуживает внимания и требует изучения для дальнейшего совершенствования техники обезболивания НАН и повышения ее безопасности. В доступной литературе нами не найдено исследований по этой теме, что, вероятно, связано с рядом технических сложностей и ограничений для проведения таких исследований *in vivo* [229, 127], поэтому использование возможностей компьютерного моделирования представляется весьма перспективным подходом к решению данной задачи.

Автор данного исследования признает экспериментальный характер рассматриваемых перемещений нижней челюсти, несколько превышающий

средние физиологические значения смещений в трансверзальной плоскости. Также необходимо отметить, что в модели не учитывалась вероятность попадания иглой в другие анатомические образования: язычный нерв, медиальную крыловидную и височную мышцы, повреждение которых сопряжено с возникновением тризма жевательной мускулатуры, парестезий и других осложнений [208, 88].

Проанализированы данные прижизненных КТ, проведенной 48 пациентам с целью качественной и количественной оценки крыловидно-нижнечелюстного пространства на нижней челюсти, а также выполнения биомеханического портативного исследования пространства для определения зависимости перемещений нижнечелюстного нерва и нижнеальвеолярной артерии при различных положениях нижней челюсти. Исходя из полученных результатов автор предлагает применять разработанное приспособление при полуоткрытой челюсти со смещением в противоположную сторону от проводимой инъекции.

Были получены важные сведения о наличии различий в объеме крылочелюстного пространства в зависимости от формы черепа, лица и нижней челюсти. В отношении значений для правой стороны установлено, что наибольший объем пространства наблюдался при брахикрании ($2,05 \text{ см}^3$), среднем лице ($2,03 \text{ см}^3$), а также брахигении ($2,05 \text{ см}^3$), лептогении ($1,98 \text{ см}^3$) и платигении ($1,97 \text{ см}^3$). Результаты измерений для левой стороны несколько отличались. Они говорят о максимальном объеме пространства, который наблюдался при мезокрании и брахиикрании (по $2,0 \text{ см}^3$), широком и среднем лице (по $2,0 \text{ см}^3$), а также долихогении и брахигении (по $2,0 \text{ см}^3$), лептогении ($2,0 \text{ см}^3$) и платигении нижней челюсти ($2,0 \text{ см}^3$).

Имелись статистически значимые различия в объеме крылочелюстного пространства между разными формами по черепному индексу. Наиболее выраженная разница присутствовала между образцами с брахикранией и долихокранией: $0,35 \text{ мм}$ (95 % ДИ $0,05\text{--}0,65$); $p = 0,0188$.

Показатели для мужчин превышали таковые для образцов, полученных от женщин. Присутствовала статистически значимая корреляция для параметров как с правой, так и с левой стороны. Взаимосвязи объема крылочелюстного

пространства с возрастом не было выявлено: присутствовала положительная очень слабая статистически не значимая корреляция.

Разница в объемах, полученных на анатомическом материале и при прижизненном исследовании, во многом связана с посмертным изменением мышечного тонуса, а также с процессом лизиса тканей крыловидно-нижнечелюстного пространства. Клинически максимальная разница в 1,35 мл составляет менее 1 карпулы, что входит в погрешность при подсчете максимально допустимой дозы местного анестетика.

В ходе однофакторного регрессионного анализа была обнаружена статически значимая связь между объемом крылочелюстного пространства и полом человека.

Данные результаты согласуются с результатами Okamoto Y. и соавт. [229], которые вводили 1,8 мл смеси неионного контрастного вещества и 10 % лидокаина гидрохлорида в соотношении 4:1 в КНЧП. После введения иглы проведена рентгеноскопия для подтверждения того, что кончик иглы располагался впереди нижнечелюстного отверстия. Рентгеноскопия и КТ в сагиттальной плоскости была использована для отслеживания распределения 1,8 мл смеси контрастного вещества и анестетика. После радиологической процедуры испытуемых попросили сообщить, появилось ли онемение в языке, нижней губе и коже подбородка.

На снимках наблюдали закономерности распространения контрастного вещества в сагиттальной плоскости. Смесь контрастного вещества распространяется вокруг переднего края ветви нижней челюсти в верхне-нижнем отделе и одновременно быстро диффундирует в задненижнем направлении. Заполнение объема КНЧП обычно происходит к концу инъекции (30 сек). Из КТ-изображений видно, что контрастное вещество заполнило всю переднюю половину крылонижнечелюстного пространства, включая нижнечелюстное отверстие, и имеет тенденцию к распространению вдоль переднего края медиальной крыловидной мышцы. При введении иглы между височной и медиальной крыловидными мышцами наблюдается распределение анестетика внутри КНЧП пространства, которое заполняется полностью.

У большинства пациентов, сообщивших об онемении языка, нижней губы и кожи подбородка после местного введения анестезии, на КТ выявлено полное наполнение нижнечелюстного отверстия контрастным веществом.

Мы пришли к выводу, что анестезирующий эффект за счет передней методики производили путем быстрого распределения раствора анестетика в крыловидно-нижнечелюстное пространство по направлению к нижнечелюстному отверстию. Индивидуальные различия времени начала обезболивания могут быть связаны с различиями в объеме КНЧП и гистологических изменениях перинеуральных тканей.

Takasugi et al. (2000) предложили переднюю технику введения иглы на глубину 10 мм и местное введение анестетика в просвет между сухожилием височной мышцы и медиальной крыловидной мышцей. В своем клиническом исследовании они сообщили, что эффективная нижняя альвеолярная анестезия была достигнута с помощью этой техники [247].

Takeuchi (1993) измерил объем крыловидно-нижнечелюстного пространства с помощью КТ-изображений добровольцев и сообщил, что средний объем составлял $1,27 \pm 0,59 \text{ см}^3$ с закрытым ртом и $1,99 \pm 0,64 \text{ см}^3$ мл с открытым ртом [250]. Когда рот открыт, интерстициальное пространство в рыхлой соединительной ткани в крыловидно-нижнечелюстном пространстве расширяется. Этот феномен, вероятно, является важным фактором, определяющим легкое распространение местного анестетика при переднем доступе. Эти данные об объеме КНЧП также совпадают с нашими данными.

У большинства пациентов, перенесших местную анестезию при передней методике, контрастное вещество распространяется как в верхнем, так и в нижнем направлении от области у переднего края височной мышцы.

Madrid и соавт. (1993) изучали топографию подвисочной области с использованием оригинального метода Комбеля и Бойера, позволяющего определить три референтные плоскости, а тем самым трехмерную форму и объем этой области [89]. Это исследование позволяет сделать вывод, что подвисочная область представляет собой треугольную призму с горизонтальной главной осью

длиной 47 мм. Объем крылонижнечелюстного пространства, по мнению авторов, намного превышает значение, обычно сообщаемое в стоматологической литературе. Он составляет от 4,8 мл до 5,8 мл в зависимости от типа челюсти. Эти результаты указывают на возможность размещения более значительных объемов анестезирующих растворов, чем обычно выполняемые 1,8 мл.

Аналогично данному исследованию, в работах Смирнова В. Г. и соавт. [20, 34, 30] проведено исследование крыловидно-челюстного и межкрыловидного пространств у взрослых и детей, которое показало наличие возрастных и индивидуальных различий в их строении и топографии. Параметры костных структур крыловидно-челюстного пространства у взрослых ШхВхГ — 29,8 x 36,1 x 44,2 мм. Вариативность составляет 19–38 %. Авторы отмечают, что представленные теоретические разработки на основе использования КТ и МРТ помогут врачу-стоматологу увязать их с привычными рентгеновскими изображениями.

Некоторые авторы предполагают, что использование 2-х картриджей с анестетиками (3,6 мл) с 2 % лидокаином с разной концентрацией адреналина в зубах с необратимым пульпитом приводит к более эффективной внутрипульпарной анестезии, чем при использовании только 1 картриджа (1,8 мл) [133]. Другие авторы при удвоении объема анестетика не обнаружили статистически значимой разницы в успехе или неудаче введения раствора лидокаина [134].

В исследовании Silva и соавт. [134] сравнивалась анестезиологическая эффективность двух объемов артикаина при традиционном обезболивании нижнего альвеолярного нерва при лечении моляров нижней челюсти с необратимым пульпитом.

Пациенты с необратимым пульпитом моляров нижней челюсти получали стандартную анестезию с 1,8 мл или 3,6 мл 4 % артикаина с эпинефрином. В случае сбоя обезбоживания НАН те же объемы вводились авторами в периодонтальную связку. Наличие анестезии пульпы и отсутствие/наличие боли при пульпэктомии оценивали с помощью электростимуляции пульпы и вербальной аналоговой

шкалы, соответственно. Обезболивание во время пульпэктомии наблюдалось у 64 % и 73 % пациентов, соответственно, при введении 1,8 мл и 3,6 мл анестетика.

Увеличение объема с 1,8 мл до 3,6 мл 4 % артикаина с эпинефрином при обезболивании НАН не привело к значительному увеличению успешности анестезии пульпы и клинической анальгезии во время процедуры пульпэктомии. Таким образом, оба объема продемонстрировали одинаковую эффективность. Отсюда следует, что данное исследование косвенно свидетельствует о правильном измерении объема КНЧП, проведенного в настоящей работе: 1,8 мл анестетика заполняет 90 % объема КНЧП.

Объем крыловидно-нижнечелюстного пространства по оценкам Murphy и Grundy (1977), примерно 2,0 мл [223], что совпадает с нашими данными. Г. Г. Гоу-Гейтс и Ватсон (1981) последовательно вводили 2,2 мл анестетика [172]. Авторы отмечали, что доза полностью заполняет пространство и, вероятно, распространяется в передненижнем направлении, так как происходит последовательная анестезия щечного нерва. С другой стороны, Маламед С. [212] использовал всего 1,8 мл анестетика, успех анестезии отмечается в 68 % случаев.

В работе проведено изучение пространственных движений нижнего альвеолярного нерва и артерии в различных положениях нижней челюсти с использованием компьютерного моделирования и анализа конечных элементов, чтобы найти наиболее безопасный способ проведения ОНАН. В доступной литературе нами не были найдены работы, в которых бы использовался данный подход.

Созданная компьютерная модель открывает новые возможности для изучения динамической анатомии крыловидно-нижнечелюстного пространства. Результаты данного исследования могут быть использованы для дальнейших экспериментальных и клинических испытаний с целью поиска наиболее безопасного подхода к внедрению ИАНБ, а также применяться в практике образовательного процесса. По данным анатомио-рентгенологического и краниометрического исследования разработана траектория введения иглы до целевого пункта для направляющего устройства.

Понимание анатомии крыловидно-нижнечелюстного пространства имеет решающее значение для успешного обезболивания НАН и сведения к минимуму возможных осложнений этого метода местной анестезии. Существует множество внутриротовых методов обезболивания НАН, которые в основном выполняются с широко открытым ртом пациента [193]. При достаточно высокой эффективности этих методов, которая тем не менее варьируется в зависимости от методики, не исключены неудачи. Неудачи обезболивания НАН могут быть связаны с изменчивостью нерва [126]. Проведенное в работе изучение пространственных движений нижнего альвеолярного нерва и артерии в различных положениях нижней челюсти с использованием компьютерного моделирования и анализа конечных элементов позволяет найти наиболее безопасный способ проведения обезболивания НАН.

Разработан и апробирован индивидуальный мануальный навигатор для проведения проводникового обезболивания на нижней челюсти у пациентов. Спроектирована трехмерная модель навигатора для воспроизведения опытного образца методами стереолитографии (SLA) и трехмерной печати.

Н. Saoji и соавт. проводили сравнение времени начала действия и отхождения от анестезии для мануальной и компьютеризированной обезболивающих систем. Так, для компьютеризированной анестезии эти параметры составили $4,83 \pm 2,31$ мин. и $34,2 \pm 1,895$ мин., в то время как для классической мануальной анестезии — $10,83 \pm 1,90$ и $43,5 \pm 7,581$ мин., соответственно. В данном же исследовании еще раз упоминалось, что пациенты испытывают меньшую боль при проведении анестезии при использовании компьютеризированного метода, чем при мануальном проведении [110].

Классически в компьютеризированной системе ввода анестетика можно выделить составляющие: ножную педаль (регулирует скорость подачи анестетика), системный блок, наконечник [128]. Также выделяют несколько вариантов скорости ввода анестетика для обеспечения максимального комфорта пациента: 0,005, 0,03 и 0,06 мл/с (медленный, быстрый и турборежимы, соответственно) с возможностью регулировки типа подачи анестетика. Так, по данным В. Partido и соавт. и М. Reutter

и соавт., меньшие болевые ощущения испытывают пациенты при постепенном нагнетании скорости подачи анестетика (при использовании шприца Dentapen) [198]. Однако при применении компьютеризированной анестезии необходимо предварительное обучение врача, что является осложняющим фактором, помимо дороговизны оборудования, повсеместного внедрения данного метода обезболивания. Поэтому были созданы различные устройства, уменьшающие болевые ощущения при проведении анестезии. Данные устройства можно разделить на подавляющие или уменьшающие болевую сигнализацию от вкола и корректирующие направление шприца так, чтобы минимизировать отклонение от необходимой точки. Так, можно начать рассмотрение с устройства «Vibraject», подробно описанного в работе К. Inui и соавт. Данное устройство состоит из стандартного стоматологического шприца и батареи; в момент вкола возникают легкие вибрации, которые, как считается, замещают собой болевые ощущения [184].

Проведено тестирование разработанного устройства на анатомическом материале, определено методом пальпации место мышечкового отростка и угла нижней челюсти, высоты ветви; определено место фиксации навигатора; определено положения навигатора с внешней стороны, траектории введения шприца; проведено введение окрашенного геля в крыловидное нижнечелюстное пространство; проведена диссекция крыловидно-нижнечелюстного пространства, где было обнаружено заполнение раствором данного пространства, зафиксировано расположение раствора вблизи нерва, что доказывает эффективность использования разработанного приспособления.

В работе оценена клиническая эффективность разработанного навигатора с помощью объективного метода оценки болевого порога на основании данных электроодонтодиагностики.

Доказана идентичность классической и усовершенствованной методик по сравнению средних показателей выборок при использовании критерия Манна-Уитни ($p \leq 0,05$).

В литературе можно встретить примеры реализации навигаторов, однако единого решения, удовлетворяющего запросу лаконичной формы, простоты использования и изготовления, нет. Так, необходимо отметить патент Caillieux N. (2009), где суть устройства заключается в фиксации шприца в момент, когда кончик иглы упирается в медиальную сторону ветви нижнего альвеолярного нерва (т. е. в месте контакта с костью) [123]. Однако при проникновении в мягкие ткани игла может изгибаться, отклоняться или скользить по крыловидно-челюстной фасции, тем самым изменяя траекторию, определяемую устройством. Затем кончик иглы может выйти за пределы крыловидно-нижнечелюстного пространства и попасть в околоушное пространство, что может спровоцировать временный и отсроченный паралич лицевого нерва [265]. Помимо прочего, отсутствие надежной фиксации устройства повышает вероятность искажения траектории движения инъектора.

Caillieux N. et al. в 2016 и 2017 годах разработали ангулятор для обезболивания НАН: анализ 40 КТ снимков позволил им определить наиболее подходящую под результаты конфигурацию направляющего устройства [119, 124]: точка проекции устройства располагалась на медиальной поверхности ветви нижнего альвеолярного на расстоянии от 7,00 мм до 14,00 мм кпереди от заднего края ветви в зависимости от индивидуальных анатомических характеристик.

Данное направляющее устройство было изготовлено из полиуретановой смолы стереолитографическим методом. Результаты, полученные с помощью ангулятора на анатомических моделях, подтверждают результаты томоденситометрического подхода, который позволил его сконфигурировать: трехмерные реконструкции показали, что кончик иглы располагается в 91,6 % случаев в заднем верхнем квадранте на расстоянии от 7,0 до 14,0 мм кпереди от заднего края ветви нижней челюсти. При мануальном выполнении анестезии положительные результаты были получены в 78,3 % случаев [119]. Остается возможность доработки данного устройства. Однако нами обнаружены существенные недостатки: наводчик устанавливается кпереди от головки нижней челюсти, что снижает точность позиционирования; отсутствует поправка на

черепной и лицевой индексы, форму нижней челюсти и степень открывания рта; корпус держателя шприца черного цвета, что закрывает обзор использованного объема раствора; система подразумевает собственный интегрированный шприц, что повышает себестоимость.

Было показано, что не существует единого мнения по критериям оценки достоинств и недостатков отдельных направляющих устройств и приспособлений. Разрабатывая приспособление для обезболивания на нижней челюсти, мы учитывали описанные выше индивидуальные критерии, которые позволяют снизить риски непреднамеренных нежелательных явлений.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что для долихогенной нижней челюсти максимальные значения наблюдались по 4 из 6 изучаемым параметрам (расстояние от угла нижней челюсти до отверстия (язычка), расстояние от венечного отростка до отверстия (язычка), расстояние от мышелкового отростка до отверстия (язычка), расстояние от переднего края нижней челюсти до отверстия (язычка), ширина ветви нижней челюсти (через отверстие), расстояние от вырезки до отверстия (язычка). Для препаратов с платигенией (правая сторона) максимальные значения отмечены для расстояний от угла нижней челюсти до язычка, а также от язычка до венечного отростка; для гипсигенной формы максимальные значения получены для расстояния от язычка до переднего края нижней челюсти, а также ширины ветви нижней челюсти.

2. При мезокрании значения длины крыловидно-нижнечелюстного пространства слева в среднем были выше, чем при долихокрании и брахикрании, что подтверждается статистически ($p < 0,05$). Ширина пространства слева оказалась в среднем ниже у людей с долихокранией ($p < 0,05$).

3. Выявлена статистически значимая корреляция между шириной крыловидно-нижнечелюстного пространства слева и возрастом пациента: с увеличением возраста толщина пространства как слева, так и справа также возрастала ($p < 0,05$). В среднем объем пространства соответствовал объему 1,5 карпулы анестетика.

4. По данным анатомо-рентгенологического исследования выявлено, что различия в объеме крыловидно-нижнечелюстного пространства в зависимости от формы черепа, лица и нижней челюсти являются статистически значимыми ($p < 0,05$). В отношении значений для правой стороны установлено, что наибольший объем пространства наблюдался при брахикрании (2,05 см³), среднем лице (2,03 см³), а также при следующих формах нижней челюсти: брахигении (2,05 см³), лептогении (1,98 см³) и платигении (1,97 см³). Результаты измерений для левой стороны говорят о максимальном объеме пространства при мезокрании и

брахикрании (по $2,0 \text{ см}^3$), широком и среднем лице (по $2,0 \text{ см}^3$), а также долихогении и брахигении (по $2,0 \text{ см}^3$), лептогении ($2,0 \text{ см}^3$) и платигении ($2,0 \text{ см}^3$).

Было показано, что пространство между поверхностями альвеолярного нерва, сосуда и *raphe pterygomandibularis* формирует треугольник при смещении челюсти вправо в случае открытия челюсти наполовину, пространство между поверхностями нерва и сосуда максимально увеличивается относительно исходного состояния.

5. Полученные данные позволили разработать алгоритм выполнения мандибулярной анестезии с помощью навигатора справа и слева:

0 шаг при выполнении справа: пациента просят открыть рот до предела свободы со смещением нижней челюсти на левой стороне на 10 мм; при выполнении слева: пациента просят открыть рот до предела свободы со смещением нижней челюсти на правой стороне на 10 мм;

I шаг — путем пальпации определяют мышцелковый отросток и угол нижней челюсти;

II шаг — измеряют расстояние между мышцелковым отростком и углом нижней челюсти (средняя длина — это внешний ориентир расположения головки челюстного фиксатора);

III шаг — держатель шприца (трубка) направляют между коронковыми частями первого и второго премоляров с противоположной стороны до нижней по оси, пересекающей точки.

6. Спроектирована трехмерная модель навигатора для воспроизведения опытного образца методами стереолитографии (SLA) и трехмерной печати. Позиционирование навигатора осуществлялось в программном обеспечении SolidWorks. Для этого на STL-модель в деформированном состоянии (при открытой челюсти на $46 \pm 2 \text{ мм}$ со смещением вправо на $17^\circ \pm 2^\circ$) с размеченным ходом иглы накладывалась трехмерная модель навигатора.

7. В динамике сохранялись различия между двумя методиками, во всех случаях — в пользу усовершенствованной. Так, на 5-й минуте измерений при выполненной усовершенствованной методике определяется превалирование

показателей на 10,5 мкА, через 10 минут — на 7 мкА и через 30 минут — на 4 мкА. При использовании критерия Манна-Уитни нулевая гипотеза подразумевала идентичность сравниваемых выборок. При использовании критерия t нулевая гипотеза подразумевала отсутствие разницы между средними величинами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выполнении обезболивания нижнего альвеолярного нерва необходимо учитывать анатомо-топографические особенности пациента, а именно форму нижней челюсти с определением высотно-длиннотного и широтно-высотного индексов для повышения точности инъекции.

2. При проведении обезболивания нижнего альвеолярного нерва рекомендуется использовать предложенное приспособление навигационного типа для облегчения работы врача и для достижения эффективного местноанестезирующего результата.

3. Разработанное приспособление навигационного типа для проведения местного обезболивания позволяет предотвратить местные осложнения, связанные с повреждением сосудисто-нервного пучка, и сократить время, затрачиваемое врачом на определение компонентов целевого пункта.

4. Для достижения клинически значимого результата проводникового обезболивания на нижней челюсти рекомендуется использовать оптимальную дозировку, эквивалентную 1 карпуле 1,8 мл.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

3D	– Трехмерное изображение
AR	– Техника дополненной реальности
SLA	– Модель, построенная методом стереолитографии
ВДИ	– Высотно-длиннотный индекс
ДШИ	– Длиннотно-широтный индекс
ЗК	– Задний край нижней челюсти
КЛКТ	– Конусно-лучевая компьютерная томография
КНЧП	– Крыловидно-нижнечелюстное пространство
КТ	– Компьютерная томография
НАА	– Нижняя альвеолярная артерия
НАВ	– Нижняя альвеолярная вена
НАН	– Нижний альвеолярный нерв
НВ	– Нижнечелюстная вырезка
ОН	– Основание нижней челюсти
ОНЧ	– Отверстие нижней челюсти
ОПТГ	– Ортопантограмма
ПК	– Передний край нижней челюсти
УНЧ	– Угол нижней челюсти
ШВИ	– Широтно-высотный индекс
ЯН	– Язычный нерв

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ экзоскелета нижней челюсти в программах конечных элементов / Д. Ю. Дьяченко, А. А. Воробьев, Ю. А. Македонова [и др.] // Медицинский алфавит. – 2021. – № 24. – С. 88–92. – DOI 10.33667/2078-5631-2021-24-88-92.
2. Анатомические компоненты улыбки/ А. А. Воробьев, Ю. А. Македонова, Е. С. Александрина, Е. Е. Писарева //Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2020. – Т. 4. – №. 3. – С. 6–15. DOI 10.17116/operhirurg202040316.
3. Анатомическое обоснование профилактики травмы язычного нерва при мандибулярной анестезии / В. А. Сёмкин, С. С. Дыдыкин, А. В. Кузин, В. В. Согачёва // Стоматология. – 2015. – Т. 94. – №. 3. – С. 21–24. <https://doi.org/10.17116/stomat201594321-24>.
4. Анатомо-топографические особенности ветви нижней челюсти, учитываемые при проведении блокады нижнего луночкового нерва / А. А. Чахов, И. Д. Ушницкий, А. А. Степанов [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях Севера. – 2017. – С. 92–94.
5. Арапова, И. А. 3D-печать в челюстно-лицевой хирургии / И. А. Арапова, П. А. Кучерова // Главный врач Юга России. – 2017. – №. 5 (58). – С. 13–15.
6. Борисова, Э. Г. Влияние неврологических осложнений, возникших после стоматологических вмешательств, на качество жизни пациентов / Э. Г. Борисова, Х. О. Ягмуров, Э. С. Грига // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2018. – № 1 (61). – С. 95.
7. Брандсбург, Б. Б. Хирургические методы лечения заболеваний челюстей (с данными типовой анатомии): рук-во для врачей-хирургов и стоматологов / Б. Б. Брандсбург. – Харьков, 1931. – 37 с.
8. Бусыгин, А. Т. Строение челюстных костей / А. Т. Бусыгин. – Ташкент: Медгиз УзССР, 1962. – 107 с.

9. Бутвиловский, А. В. Обезболивание в терапевтической стоматологической практике / А. В. Бутвиловский, И. А. Захарова, Д. Л. Володкевич // Современная стоматология. – 2019. – №. 2 (75). – С. 1–4.
10. Васильев, Ю. Л. Особенности иннервации подбородочной области нижней челюсти / Ю. Л. Васильев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – №. 9. – С. 82–84.
11. Васильев, Ю. Л. Влияние водородного показателя раствора местного анестетика на успех местной анестезии в стоматологии / Ю. Л. Васильев // Актуальные вопросы стоматологии. – 2018. – С. 60–63.
12. Васильев, Ю. Л. Особенности обезболивания переднего отдела нижней челюсти: клиничко-анатомическое исследование/ Ю. Л. Васильев, С. А. Рабинович // Клиническая стоматология. – 2013. – №. 2. – С. 48–51.
13. Васильев, Ю. Л. Роль водородного показателя раствора местного анестетика в повышении эффективности местного обезболивания в стоматологии / Ю. Л. Васильев, С. Н. Разумова, З. Т. Аймалетдинова // Эндодонтия Today. – 2018. – №. 2. – С. 15–17. <https://doi.org/10.25636/PMP.2.2018.2.3>
14. Внутрипульпарная венозная инъекция. Пилотное исследование / А. Ж. Петрикас, Е. В. Честных, Д. В. Медведев [и др.] // Эндодонтия Today. – 2021. – Т. 19. – №. 1. – С. 7–10. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2021-19-1-7-10>.
15. Волков, С. И. Клинический случай осложнения при проведении местного обезболивания в стоматологии / Волков С. И., Лебедев С. Н., Ходненко О. В. // Тверской медицинский журнал. – 2017. – №. 2. – С. 51–52.
16. Воробьев, А. А. Методика анатомического исследования клетчаточных компартментов лица в свете компьютерной томографии / А. А. Воробьев, И. А. Каргин // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 22–26. – DOI 10.17116/operhirurg20182222.
17. Выбор объема местно-анестезирующего раствора при инфильтрационной анестезии на верхней челюсти / А. С. Бабилов, С. А., Рабинович, О. Н.

- Московец [и др.] // Стоматология. – 2015. – Т. 94. – №. 3. – С. 16–20.
<https://doi.org/10.17116/rosstomat2014749-14>
18. Гиоева, Ю. А. Аномалии челюстных костей и их диагностика / Ю. А. Гиоева, Л. С. Персин // Ортодонтия. – 1999. – С. 217–228.
 19. Гладилин, Ю. А. Морфология нижней челюсти человека / Ю. А. Гладилин. – Саратов: Изд-во Саратовского мед. ун-та, 2013. – 198 с.
 20. Глубокая область лица; возрастные и индивидуальные закономерности в строении костно-мышечных структур / В. Г. Смирнов, А. В. Митронин, Д. Э. Курумова, В. А. Митронин // Эндодонтия Today. – 2013. – № 4. – С. 7–10.
 21. Дарауше, Х. М. Анатомическое обоснование разработки навигационного устройства для проведения местного обезболивания в стоматологии/ Х. М. Дарауше, Ю. Л. Васильев // Научно-практическая конференция с международным участием «Современная морфология и ее интеграции с клиническими дисциплинами». – Узбекистан, г. Бухара, 4–5 мая 2022.
 22. Дарауше, Х. М., Васильев Ю. Л. Исследование крыловидно-нижнечелюстного пространства с точки зрения целевого пункта проводникового обезболивания на нижней челюсти / Х. М. Дарауше, Ю. Л. Васильев // В сборнике: Однораловские морфологические чтения. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко» Минздрава России; Научное медицинское общество анатомов, гистологов и эмбриологов России. – Воронеж. – 2022. – С. 67–69.
 23. Дарауше, Х. М. Опыт разработки и анатомического обоснования навигационной системы проводникового обезболивания в стоматологии / Дарауше Х. М. // Пленарное заседание конференции «Волгамед 2023». – Нижний Новгород, 16 марта 2023.
 24. Дойников, А. И. Особенности анатомического и микроскопического строения нижней челюсти человека / А. И. Дойников. – М: ММСИ, 1951. – 7 с.

25. Доклиническое испытание экзоскелета нижней челюсти / А. А. Воробьев, Е. В. Фомичев, Д. В. Михальченко [и др.] // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2018. – Т. 2. – № 1. – С. 9–13.
26. Егоров П. М. Местное обезболивание в стоматологии / Егоров П. М. // Медицина. – 1985. – Т. 89.
27. Зерзева, Е. Д. Метод сравнительной оценки различных видов мандибулярной анестезии (блокада нижнего луночкового нерва) / Е. Д. Зерзева, А. А. Абрамян // Вестник Совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. – 2016. – Т. 3. – № 4 (15).
28. Зорян, Е. В. Критерии выбора местного обезболивания и седации для пациентов пожилого и старческого возраста в стоматологической практике / Е. В. Зорян, С. А. Рабинович // Клиническая стоматология. – 2017. – №. 1. – С. 34–39.
29. Изменчивость окружности черепа и размеров нижней челюсти взрослых людей / Ю. А. Гладилин, О. А. Фомкина, Л. В. Музурова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2020. – № 2 (54). – С. 62–70. DOI 10.21685/2072-3032-2020-2-6.
30. Интраорганное строение костно-мышечных структур челюстно-лицевой области у детей по данным методов лучевой диагностики / В. Г. Смирнов, О. О. Янушевич, А. В. Митронин [и др.] // Эндодонтия Today. – 2013. – № 1. – С. 57–60.
31. Каштанов, А. Д. Обзор различных устройств для облегчения проведения мандибулярной анестезии / А. Д. Каштанов, Х. М. Дарауше, Ю. Л. Васильев // Российская стоматология. – 2021. – Т. 14. – № 3. – С. 14–20.
32. К вопросу о классификации улыбки и ее стоматологических компонентов / А. А. Воробьев, Ю. А. Маркедонова, Е. В. Венскель [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2021. – №. 1 (77). – С. 178–183. DOI 10.19163/1994-9480-2021-1(77)-178-183
33. Клементьев, Д. Д. Клиническая анатомия нижнечелюстного нерва / Д. Д. Клементьев // Молодой ученый. – 2018. – №. 51. – С. 65–68.

34. Клиническая анатомия крыловидно-нижнечелюстного и межкрыловидного пространств (по данным компьютерной и магнитно-резонансной томографии) / В. Г. Смирнов, О. О. Янушевич, А. В. Митронин, В. А. Митронин // *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование.* – 2016. – № 55. – С. 36–38.
35. Клиническая характеристика факторов и средств, влияющих на эффективность и безопасность местной анестезии в стоматологии / А. А. Чахов, И. Д. Ушницкий, Т. К. Дьячковская [и др.] // *Стоматология.* – 2018. – Т. 97. – №. 4. – С. 77–81. <https://doi.org/10.17116/stomat20189704177>.
36. Клиническая характеристика факторов и средств, влияющих на эффективность и безопасность местной анестезии в стоматологии / А. А. Чахов, И. Д. Ушницкий, Т. К. Дьячковская [и др.] // *Стоматология.* – 2018. – Т. 97. – №. 4. – С. 77–81. <https://doi.org/10.17116/stomat20189704177>.
37. Клинические особенности структурных характеристик переднего отдела нижней челюсти. Часть 1. Рентгеноанатомическое исследование канала подбородочной ости / А. В. Севбитов, С. А. Рабинович, Ю. Л. Васильев [и др.] // *Российская стоматология.* – 2015. – Т. 8. – № 4. – С. 55–60. <https://doi.org/10.17116/rosstomat20158455-60>
38. Колесников, Л. Л. Некоторые итоги отечественных фундаментальных исследований в области стоматологической анатомии / Л. Л. Колесников // *Морфология.* – 2006. – Т. 130. – № 5. – С. 16–22.
39. Комарницкий, О. В. Анатомическое обоснование имплантации искусственных опор зубных протезов на нижней челюсти: специальность 14.03.01– Анатомия человека, 14.01.14 – Стоматология: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Комарницкий Олег Васильевич: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет». – СПб., 2012. – 20 с.
40. Кузин, А. В. Анатомическое обоснование особенностей обезболивания при лечении зубов нижней челюсти / А. В. Кузин, В. А. Семкин, С. С. Дыдыкин // *Стоматология.* – 2015. – Т. 94. – №. 4. – С. 35–38. <https://doi.org/10.17116/stomat201594435-38>.

41. Кузнецова, Л. В. Индивидуальные различия внешнего строения нижней челюсти [Текст] / Л. В. Кузнецова // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. – 1970. – Т. 58, вып. 3. – С. 41–45.
42. Куприянов, Г. Я. Характеристика клинической значимости ширины ветви нижней челюсти в мандибулярной анестезии / Г. Я. Куприянов, И. Д. Ушницкий, А. А. Чахов // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях севера. – 2019. – С. 96–99.
43. Кушта, А. А. Особенности топографо-анатомического строения крыловидно-нижнечелюстного пространства, влияющие на эффективность проведения блокад нервов и других хирургических вмешательств / А. А. Кушта, С. М. Шувалов // Вестник современной клинической медицины. – 2022. – Т. 15. – № 2. – С. 117–123. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(2).117-123.
44. Ляпин, М. А. Внутрикостная сосудисто-диффузная анестезия мепивакаином с адреналином и без вазоконстриктора / М. А. Ляпин, А. Ж. Петрикас // International Journal of Advanced Studies in Medicine and Biomedical Sciences. – 2018. – № 1. – С. 34–41.
45. Морозов, А. М. Современное понятие о боли и обезболивании / А. М. Морозов, С. В. Жуков, Н. А. Шатохина, Э. В. Буланова // Тверской медицинский журнал. – 2020. – №. 1. – С. 60–70.
46. Мусаков, Р. А. Проблемы взаимоотношения стоматологов и пациентов с дентофобией / Р. А. Мусаков // Научный электронный журнал Меридиан. – 2020. – №. 2. – С. 141–143.
47. Обезболивание и неотложная помощь в амбулаторной стоматологической практике / С. Сохов, В. Афанасьев, Е. Анисимова [и др.]. Учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019.
48. Осложнения, которые возникают во время и после анестезии в стоматологии (обзор литературы) / А. С. Конюхова, А. И. Тимина, Н. С. Новокрещенов, А. В. Смирнова // Проблемы научной мысли. – 2019. – Т. 4. – №. 3. – С. 39–41.
49. Особенности морфологии височно-нижнечелюстного сустава у взрослых при различных видах прикуса по данным МРТ / Г. Майер, О. Бернхардт, В.

- Вольберг, Т. Емельянова // Cathedra- кафедра. Стоматологическое образование. – 2012. – №. 39. – С. 32–38.
50. Оценка восприятия боли у пациентов пожилого возраста с различным уровнем стоматофобии на хирургическом стоматологическом приеме / А. Е. Дорофеев, Ю. Л. Васильев, В. В. Платонова [и др.] // Наука молодых–Eruditio Juvenium. – 2017. – Т. 5. – № 1.
51. Патент № 2664594 С2 Российская Федерация, МПК А61С 7/00. Способ повышения качества диагностики и лечения зубочелюстных аномалий / М. А. Постников, Д. А. Трунин, Н. В. Панкратова [и др.]: № 2016110205: заявл. 21.03.2016; опубл. 21.08.2018.
52. Персонификация местного обезболивания в стоматологии: клинко-анатомический опыт. В сборнике: Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии / Ю. Л. Васильев, С. А. Рабинович, Е. Ю. Дьячкова, Х. М. Дарауше, А. И. Кузнецов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В. А. Малышева. Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова. – Санкт-Петербург. – 2022. – С. 33–37.
53. Петрикас, А. Ж. Определение диагностических характеристик холодого теста спреем Cold Spray при его использовании для оценки эффективности анестезии / А. Ж. Петрикас, Е. В. Честных, И. О. Ларичкин // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2022. – № 80. – С. 36–39.
54. Петрикас, А. З. Спорные вопросы «Справочника по местной анестезии» / А. З. Петрикас, Е. Б. Ольховская, Д. В. Медведев, М. В. Дюбайло // Стоматология. – 2013. – Т. 92. – № 2. – С. 71.
55. Практические аспекты седации в стоматологии/ А. Ю. Зайцев, В. А. Светлов, К. В. Дубровин, Д. Н. Назарян // Стоматология. – 2019. – Т. 98. – №. 4. – С. 96–102. <https://doi.org/10.17116/stomat20199804196>.
56. Применение трехмерного моделирования и 3D печати при реконструкции нижней челюсти / Ю. Ю. Диков, В. А. Соболевский, М. А. Кропотов, В. Ю. Ивашков // Опухоли головы и шеи. – 2015. – № 1. – С. 22–26.

57. Рабинович С. А., Васильев Ю. Л. Местная анестезия. История и современность. Москва, 2016. – 178 с.: ил. – 2016.
58. Рабинович, С. А. Анатомическое обоснование клинической эффективности проводниковой анестезии внутрикостной части подбородочного нерва / С. А. Рабинович, Ю. Л. Васильев, А. Н. Кузин // *Стоматология*. – 2018. – Т. 97. – № 2. – С. 41–43. <https://doi.org/10.17116/stomat201897241-43>.
59. Рабинович, С. А. Современные технологии местного обезболивания в стоматологии / С. А. Рабинович, О. Н. Московец // *Боль*. – 2004. – №. 4. – С. 3–10.
60. Раздвоенный канал нижней челюсти / С. Л. Кабак, Ю. М. Мельниченко, Н. А. Саврасова, Н. В. Журавлева // *Стоматология*. – 2018. – Т. 97. – №. 1. – С. 63–66. <https://doi.org/10.17116/stomat201897163-66>.
61. Разработка и применение экзоскелета нижней челюсти человека / А. А. Воробьев, Д. В. Михальченко, Е. В. Фомичев [и др.] // *Стоматология*. – 2019. – Т. 98, № S1. – С. 44.
62. Разработка протокола проведения безопасного местного обезболивания / Е. Н. Анисимова, Н. Ю. Анисимова, Р. С. Бабаджанян [и др.] // *Институт стоматологии*. – 2019. – №. 1. – С. 30–33.
63. Расположение нижнечелюстного резцового канала относительно апексов корней зубов: исследование на основе конусно-лучевой компьютерной томографии / З. С. Хабадзе, М. М. Шубитидзе, Ш. М. Солиманов [и др.] // *Эндодонтия today*. – 2020. – Т. 17. – №. 3. – С. 8–12. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-3-8-12>.
64. Распространенность различных видов переломов нижней челюсти у взрослых / В. А. Шашков, И. В. Гайворонский, М. Г. Гайворонская [и др.] // *Вятский медицинский вестник*. – 2021. – №. 1 (69). – С. 41–47.
65. Результаты разработки персонализированной методики поиска отверстий нижней челюсти в аспекте повышения эффективности и безопасности блокады нижнеальвеолярного нерва / Ю. Л. Васильев, С. Н. Разумова, А. С.

- Браго [и др.] // Эндодонтия Сегодня. – 2019. – 17 (2). – С. 52–56. <https://doi.org/10.33925/1683-2981-2019-17-2-52-56>.
66. Рентгенанатомическое обоснование выбора оптимальной траектории проводниковой анестезии на нижней челюсти / Х. М. Дарауше, Ю. Л. Васильев, А. Д. Каштанов [и др.] // Оперативная хирургия и клиническая анатомия (Пироговский научный журнал). – 2022. – Т. 6. – № 2. – С. 5–12.
67. Семкин, В. А. Заболевания височно-нижнечелюстного сустава / В. А. Семкин, С. И. Волков. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016.
68. Смирнов, В. Г. Клиническая анатомия челюстей [Текст] / В.Г. Смирнов, О. О. Янушевич, В. А. Митронин. – М.: Бином, 2014. – 232 с.
69. Современная концепция патофизиологических механизмов болевого синдрома и психоэмоционального напряжения и их профилактика на стоматологическом приеме / И. Д. Ушницкий, А. А. Чахов, М. М. Винокуров [и др.] // Стоматология. – 2018. – Т. 97. – №. 6. – С. 67–71. <https://doi.org/10.17116/stomat20189706167>.
70. Современное решение проблемы точного определения площади анатомических областей и отделов со сложным рельефом / А. А. Воробьев, Ю. А. Македонова, А. О. Соловьев [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2021. – Т. 9. – № 4. – С. 90–95. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2020-9-4-90-95>.
71. Современные методы освоения теоретических и практических навыков местного обезболивания в стоматологии / Ю. Л. Васильев, С. А. Рабинович, И. М. Байриков, Э. В. Величко, П. Ю. Столяренко, А. Д. Каштанов, Х. М. Дарауше // Клиническая стоматология. – 2020. – № 4 (96). – С. 37–42.
72. Сохов, С. Т. Сравнительная оценка эффективности инъекционной анестезии по П. М. Егорову и по модифицированной методике Дж. Гоу-Гейтса / С. Т. Сохов, С. А. Рабинович, О. Ю. Богаевская // Стоматология. – 2019. – Т. 98. – № 5. – С. 46–49. <https://doi.org/10.17116/stomat20199805146>.
73. Способ диагностики аномалий зубочелюстной системы / Л. С. Персин, С. Т. Сохов, Ю. А. Гиоева, М. А. Цветкова. – М. — 2009.

74. Сравнение двух типов аппаратов для электроодонтометрии при их использовании для определения эффективности анестезии / А. Ж. Петрикас, О. А. Петрикас, Е. В. Честных [и др.] // Эндодонтия Today. – 2022. – Т. 20. – № 2. – С. 109–114. <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-2-109-114>.
75. Средства и способы местного обезболивания в стоматологии / С. А. Рабинович, Е. Н. Анисимова, Л. А. Аксамит [и др.] // Учебное пособие. М. – 2013. – 136 с.
76. Тарасенко, С. В. Дополнительные методы обезболивания при операции удаления зубов нижней челюсти с учетом вариабельности их иннервации / С. В. Тарасенко, С. С. Дыдыкин, А. В. Кузин // Российская стоматология. – 2014. – Т. 7. – № 1. – С. 24–30.
77. Твардовская, М. В. Возрастные особенности, половые различия и корреляционные связи измерительных признаков нижней челюсти и черепа взрослого человека: специальность 14.00.21 – Стоматология, 14.00.02 – Анатомия: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Твардовская Марина Владимировна: Военно-медицинская акад. – Л., 1971. – 18 с.
78. Топографо-анатомическое обоснование проводниковых анестезий при блокаде нижнего альвеолярного нерва / А. Ж. Петрикас, Е. В. Честных, К. В. Куликова, И. О. Ларичкин // Тверской медицинский журнал. – 2020. – № 3. – С. 69–78.
79. Топографо-анатомическое обоснование проводниковых анестезий при блокаде нижнего альвеолярного нерва / А. Ж. Петрикас, Е. В. Честных, К. В. Куликова, И. О. Ларичкин // Тверской медицинский журнал. – 2020. – № 3. – С. 69–78.
80. Чибисова, М. А. Методы рентгенологического обследования и современной лучевой диагностики, используемые в стоматологии / М. А. Чибисова, Н. М. Батюков // Институт стоматологии. – 2020. – № 3 (88). – С. 24–33.
81. Шедякова, Н. В. Противоболевая подготовка полости рта к инъекции / Н. В. Шедякова, А. Ж. Петрикас // Верхневолжский медицинский журнал. – 2017. – Т. 16. – № 4. – С. 16–20.

82. Юдин Д. К. 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 / Юдин, Д. К., Чукумов, Р. М., Шугайлов, И. А., Московец, О. Н., Черобыло, С. А., Мазуркевич, В. В. // Патент на изобретение № RU 2702141 С1 от 04.10.2019.
83. A comparative study of direct mandibular nerve block and the Akinosi technique/ G. J. Martínez, P. B. Benito, P. F. Fernández [et al.] // *Medicine oral: organo official de la Sociedad Espanola de Medicine Oral y de la Academia Iberoamericana de Patologia y Medicine Bucal.* – 2003. – Vol. 8. – № 2. – P. 143.
84. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT / M. Loubele, M. Guerrero, R. Jacobs [et al.] // *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants.* – 2007. – Vol. 22. – №. 3.
85. A novel approach to intraoral mandibular nerve anesthesia: changing reference planes in the Gow-Gates block technique / A. Shinagawa, V. Chin, S. Rabbani, A. Campos // *Journal of oral and maxillofacial surgery.* – 2009. – Vol. 67. – №. 12. – P. 2609–2616. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2009.07.042>.
86. A novel augmented reality system for displaying inferior alveolar nerve bundles in maxillofacial surgery / M. Zhu, F. Liu, G. Chai [et al.] // *Scientific reports.* – 2017. – Vol. 7. – P. 42365. <https://doi.org/10.1038/srep42365>.
87. A randomized controlled study comparing efficacy of classical and Gow-Gates technique for providing anesthesia during surgical removal of impacted mandibular third molar: a split mouth design / N. Madan, K. Kamath, A. Gopinath [et al.] // *Journal of maxillofacial and oral surgery.* – 2017. – Vol. 16. – № 2. – P. 186–191. <https://doi.org/10.1007/s12663-016-0960-0>.
88. A systematic review on nerve-related adverse effects following mandibular nerve block anesthesia / L. Aquilanti, M. Mascitti, L. Togni [et al.] // *International Journal*

- of Environmental Research and Public Health. – 2022. – T. 19. – № 3. – P. 1627.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19031627>.
89. A tridimensional study using cuts at a low temperature of the infratemporal region / C. Madrid, D. Lefebvre, L. Gineste L. [et al.] // Surgical and Radiologic Anatomy. – 1993. – T. 15. – №. 4. – P. 301–307. doi: 10.1007/BF01627882. PMID: 8128338.
90. Aggarwal, V. Anesthetic efficacy of supplemental buccal and lingual infiltrations of articaine and lidocaine after an inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis / V. Aggarwal, A. Jain, D. Kabi // Journal of endodontics. – 2009. – Vol. 35. – № 7. – P. 925–929. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.012>.
91. Aggarwal, V. Comparative Evaluation of Anesthetic Efficacy of 2 % Lidocaine, 4 % Articaine, and 0.5 % Bupivacaine on Inferior Alveolar Nerve Block in Patients with Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Prospective, Randomized, Double-blind Clinical Trial / V. Aggarwal, M. Singla, S. Miglani // Journal of Oral & Facial Pain & Headache. – 2017. – Vol. 31. – № 2.
92. Aggarwal, V. Comparative evaluation of anesthetic efficacy of Gow-Gates mandibular conduction anesthesia, Vazirani-Akinosi technique, buccal-plus-lingual infiltrations, and conventional inferior alveolar nerve anesthesia in patients with irreversible pulpitis / V. Aggarwal, M. Singla, D. Kabi // Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. – 2010. – Vol. 109. – № 2. – P. 303–308. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.09.016>.
93. Ahmad, M. The anatomical nature of dental paresthesia: a quick review / M. Ahmad // The open dentistry journal. – 2018. – Vol. 12. – P. 155. <https://doi.org/10.2174/1874210601812010155>.
94. Akinosi, J. O. A new approach to the mandibular nerve block / J. O. Akinosi // British journal of oral surgery. – 1977. – Vol. 15. – №. 1. – P. 83–87. [https://doi.org/10.1016/0007-117X\(77\)90011-7](https://doi.org/10.1016/0007-117X(77)90011-7).
95. Aksoy, U. Risk Factor in Endodontic Treatment: Topographic Evaluation of Mandibular Posterior Teeth and Lingual Cortical Plate Using Cone Beam Computed Tomography (CT) / U. Aksoy, K. Orhan//Medical science monitor: international

- medical journal of experimental and clinical research. – 2018. – Vol. 24. – P. 7508. <https://doi.org/10.12659/MSM.908970>.
96. AlHindi, M. Failure rate of inferior alveolar nerve block among dental students and interns / M. AlHindi, B. Rashed, N. AlOtaibi // Saudi medical journal. – 2016. – Vol. 37. – № 1. – P. 84. <https://doi.org/10.15537/smj.2016.1.13278>.
 97. Aliabadi, E. Evaluation of knowledge and experience on the success of inferior alveolar nerve block technique / E. Aliabadi, E. Keshavarz // Journal of Dental Medicine. – 2020. – Vol. 33. – № 1. – P. 26–31.
 98. Anatomical relationships within the human pterygomandibular space: Relevance to local anesthesia / J. Khoury, S. Mihailidis, M. Ghabriel, G. Townsend // Clinical Anatomy. – 2010. – Vol. 23. – № 8. – P. 936–944. <https://doi.org/10.1002/ca.21047>.
 99. Anatomical study of the lingual nerve and inferior alveolar nerve in the pterygomandibular space: complications of the inferior alveolar nerve block / J. Iwanaga, P. J. Choi, M. Vetter [et al.] // Cureus. – 2018. – Vol. 10. – № 8. <https://doi.org/10.7759/cureus.3109>.
 100. Anatomical variations of the mandibular nerve and its branches correlated to clinical situations / S. Siéssere, M. Semprini, R. Honorato De Oliveira [et al.] // Minerva Stomatology. – 2009. – Vol. 58. – № 5. – P. 209–215.
 101. Anatomy and Variations of the Pterygomandibular Space / I. M. Tomaszewska, M. J. Graves, M. Lipski, J. A. Walocha // Anatomical Variations in Clinical Dentistry. – Springer, Cham, 2019. – P. 27–39. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97961-8_4.
 102. Anatomy of the pterygomandibular space: clinical implication and review / M. Lipski, W. Lipska, S. Motyl [et al.] // Folia Medica Cracoviensia. – 2013. – V. 53. – № 1. – P. 79–85. PMID: 24858333.
 103. Anesthetic efficacy of Gow-Gates nerve block, inferior alveolar nerve block, and their combination in mandibular molars with symptomatic irreversible pulpitis: a prospective, randomized clinical trial / M. Saatchi, M. Shafiee, A. Khademi, B. Memarzadeh // Journal of endodontics. – 2018. – Vol. 44. – № 3. – P. 384–388. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.10.008>.

104. Anesthetic Efficacy of Gow-Gates, Vazirani-Akinosi, and Mental Incisive Nerve Blocks for Treatment of Symptomatic Irreversible Pulpitis: A Systematic Review and Meta-analysis with Trial Sequential Analysis / V. Nagendrababu, H. Ahmed, S. Pulikkotil [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2019. – Vol. 45. – № 10. – P. 1175–1183. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.06.008>.
105. Anesthetic efficacy of the supplemental X-tip intraosseous injection in patients with irreversible pulpitis / J. Nusstein, S. Kennedy, A. Reader [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2003. – Vol. 29. – № 11. – P. 724–728. <https://doi.org/10.1097/00004770-200311000-00010>.
106. Anesthetic success of an inferior alveolar nerve block and supplemental articaine buccal infiltration for molars and premolars in patients with symptomatic irreversible pulpitis / S. Fowler, M. Drum, A. Reader, M. Beck // *Journal of endodontics*. – 2016. – Vol. 42. – № 3. – P. 390–392. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.12.025>.
107. Applied anatomy of the pterygomandibular space: improving the success of inferior alveolar nerve blocks / J. N. Khoury, S. Mihailidis, M. Ghabriel, G. Townsend // *Australian dental journal*. – 2011. – Vol. 56. – № 2. – P. 112–121. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01312.x>.
108. Arx, T. Lingual and Mylohyoid Nerves / T. Arx, S. Lozanoff // *Clinical Oral Anatomy*. – Springer, Cham, 2017. – P. 413–427. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41993-0_19.
109. Ashkenazi, M. Age-Associated Changes of the Mandibular Foramen Position in Anteroposterior Dimension and of the Mandibular Angle in Dry Human Mandibles / M. Ashkenazi, L. Taubman, A. Gavish // *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*. – 2011. – Vol. 294. – № 8. – P. 1319–1325. <https://doi.org/10.1002/ar.21429>.
110. Assessment of computer-controlled local anesthetic delivery system for pain control during restorative procedures: A randomized controlled trial / H. Saoji, M. T. Nainan, N. Nanjappa [et al.] // *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. – 2019. – T. 13. – № 4. – P. 298.

111. Assessment of Conduction Anesthesia Effectiveness Using the Angulated Needle Approach for The Inferior Alveolar Nerve Block / M. Tijanac, K. Buric, S. Stojanovic, N. Buric // *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. – 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2020.03.010>.
112. Augmented reality as an aid in maxillofacial surgery: validation of a wearable system allowing maxillary repositioning / G. Badiali, V. Ferrari, F. Cutolo [et al.] // *Journal of cranio-Maxillofacial surgery*. – 2014. – Vol. 42. – № 8. – P. 1970–1976. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.09.001>.
113. Augmented reality navigation with automatic marker-free image registration using 3-D image overlay for dental surgery / J. Wang, H. Suenaga, K. Hoshi [et al.] // *IEEE transactions on biomedical engineering*. – 2014. – Vol. 61. – № 4. – P. 1295–1304. <https://doi.org/10.1109/TBME.2014.2301191>.
114. Barbieri, P. Anesthesia for Dental Procedures / P. Barbieri, M. Whitley // *Anesthesiology*. – Springer, Cham, 2018. – P. 221–228. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74766-8_23.
115. Barker, B. P. W. The applied anatomy of the pterygomandibular space / B. P. W. Barker, P. L. Davies // *British Journal of Oral Surgery*. – 1972. – Vol. 10. – P. 43–55. [https://doi.org/10.1016/S0007-117X\(72\)80008-8](https://doi.org/10.1016/S0007-117X(72)80008-8).
116. Bartlett, G. Articaine buccal infiltration vs lidocaine inferior dental block—a review of the literature / G. Bartlett, J. Mansoor // *British dental journal*. – 2016. – Vol. 220. – № 3. – P. 117–120. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.93>.
117. Bennett, S. Distribution of the mylohyoid nerve: anatomical variability and clinical implications / Bennett S., Townsend G. // *Australian Endodontic Journal*. – 2001. – Vol. 27. – № 3. – P. 109–111. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2001.tb00470.x>.
118. Bifid canals: identification of three clinical cases using cone-beam computed tomography images / P. D. P. Moraes, D. P. Tacchelli, R. G. Teixeira [et al.] // *RGO-Revista Gaúcha de Odontologia*. – 2018. – Vol. 66. – № 3. – P. 263–266. <https://doi.org/10.1590/1981-8637201800030000113693>.

119. Bifid mandibular canal: A case review and retrospective review of CBCTs / K. A. Sonneveld, P. Mai, M. Hogge [et al.] // *Implant dentistry*. – 2018. – Vol. 27. – № 6. – P. 682–686. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000819>.
120. Bondevik, O. Growth changes in the cranial base and the face: a longitudinal cephalometric study of linear and angular changes in adult Norwegians [Text] / O. Bondevik // *Eur. J. Orthodont*. – 1995. – Vol. 17. – № 6. – P. 525–532.
121. Boonsiriseth, K. Comparative study of the novel and conventional injection approach for inferior alveolar nerve block / K. Boonsiriseth // *International journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2013. – Vol. 42. – № 7. – P. 852–856. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2012.11.017>.
122. Burtscher, D. Intraligamentary anesthesia – A brief review of an underestimated anesthetic technique / D. Burtscher, D. Dalla Torre // *Oral Health*. – 2019. – Vol. 4. – P. 1–3. <https://doi.org/10.15761/OHP.1000177>.
123. Caillieux, N. [Fr] inventors; Device for guiding the syringe of a user so as to enable the injection of the analgesic solution of the former as close to the mandibular foramen as possible. EU Patent EP2429618B1. February 26, 2009.
124. Caillieux, Nicholas. Guiding Device for Dental Anesthesia. U. S. Patent US 2017/0028143 A1, February 2, 2017.
125. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography / O. A. Peters, A. Laib, T. N. Göhring, F. Barbakow // *Journal of Endodontics*. – 2001. – Vol. 27. – № 1. – P. 1–6. <https://doi.org/10.1097/00004770-20101000-00001>.
126. Chauhan, N. Current Practices Used to Increase the Success Rate of The Inferior Alveolar Nerve Block in Mandibular Molars with Symptomatic Irreversible Pulpitis / N. Chauhan – 2022. URL: <https://researchrepository.wvu.edu/etd/11384>.
127. Choosing the optimal mandible position for inferior alveolar nerve block (IANB) using finite element analysis / H. M. Darawsheh, A. A. Safronova, Y. L. Vasil'ev [et al.] // *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. – 2023. – P. 152055.

128. Clark, T. M. Advanced Techniques and Armamentarium for Dental Local Anesthesia / T. M. Clark, J. A. Yagiela // *Dental Clinics of North America*. – 2010. – 54 (4). – P. 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.06.017>.
129. Clinical anatomy of the nerve to the mylohyoid / P. Choi, J. Iwanaga, G. Dupont [et al.] // *Anatomy & cell biology*. – 2019. – Vol. 52. – № 1. – P. 12–16. <http://dx.doi.org/10.5115/acb.2019.52.1.12>.
130. Clinical evaluation of inferior alveolar nerve block by injection into the pterygomandibular space anterior to the mandibular foramen / Y. Takasugi, H. Furuya, K. Moriya, Y. Okamoto // *Anesthesia progress*. – 2000. – Vol. 47. – № 4. – P. 125.
131. Combined inferior alveolar nerve block anaesthesia and local infiltration anaesthesia in extraction of impacted mandibular third molars: a randomized controlled trial / Z. Li, M. Yang, T. Liao [et al.] // *British Dental Journal*. – 2020. – P. 1–6. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-2002-z>.
132. Comparative analysis between direct conventional mandibular nerve block and Vazirani-Akinosi closed mouth mandibular nerve block technique / S. Mishra, R. Tripathy, S. Sabhlok [et al.] // *Int J Adv Res Technol*. – 2012. – Vol. 1. – № 6. – P. 112–117.
133. Comparative evaluation of 1.8 mL and 3.6 mL of 2 % lidocaine with 1: 200,000 epinephrine for inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis: a prospective, randomized single-blind study / V. Aggarwal, M. Singla, S. Miglani [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2012. – T. 38. – № 6. – C. 753–756. doi: 10.1016/j.joen.2012.02.003. Epub 2012 Mar 3. PMID: 22595107.
134. Comparative evaluation of anesthetic efficacy of 1.8 mL and 3.6 mL of articaine in irreversible pulpitis of the mandibular molar: A randomized clinical trial / S. A. Silva, A. C. Horliana, C. M. Pannuti [et al.] // *PloS one*. – 2019. – T. 14. – № 7. – P. e0219536. doi: 10.1371/journal.pone.0219536. PMID: 31365529; PMCID: PMC6668778.
135. Comparative Evaluation of Classical Inferior Dental Nerve Block and Gow-Gates Mandibular Nerve Block for Posterior Dentoalveolar Surgery: A prospective study

- and literature review / M. Dubey, I. Ali, D. Passi [et al.] // *Annals of Medical and Health Sciences Research*. – 2017. – № 7. – P. 92–96.
136. Comparative study of reproducibility and accuracy in measuring mesiodistal tooth sizes using three different methods: 2D digital, 3D CBCT, and 3D CBCT segmented / Y. Hernandez, B. Tarazona, N. Zamora [et al.] // *Oral Radiology*. – 2015. – Vol. 31. – № 3. – P. 165–172. <https://doi.org/10.1007/s11282-015-0204-x>.
137. Comparison of Clinical Efficacy of Classical Inferior Alveolar Nerve Block and Vazirani–Akinosi Technique in Bilateral Mandibular Premolar Teeth Removal: A Split-Mouth Randomized Study / P. Bhat, H. T. Chanu, S. Radhakrishna [et al.] // *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. – 2020. – P. 1–12. <https://doi.org/10.1007/s12663-020-01374-3>.
138. Comparison of efficacy of Halstead, Vazirani Akinosi and Gow Gates techniques for mandibular anesthesia / B. Kiran, V. Kashyap, U. Uppada [et al.] // *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. – 2018. – Vol. 17. – № 4. – P. 570–575. <https://doi.org/10.1007/s12663-018-1092-5>.
139. Comparison of the anesthetic efficacy of the conventional inferior alveolar, Gow-Gates, and Vazirani-Akinosi techniques / S. Goldberg, A. Reader, M. Drum [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2008. – Vol. 34. – № 11. – P. 1306–1311. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.025>.
140. Cone-beam computed tomography of mandibular foramen and lingula for mandibular anesthesia / B. S. Ahn, S. H. Oh, P. K. Heo [et al.] // *Imaging Science in Dentistry*. – 2020. – Vol. 50. – № 2. – P. 125. <https://doi.org/10.5624/isd.2020.50.2.125>.
141. Cross-sectional study on the comparative assessment of mandibular anesthesia (inferior alveolar nerve blockage) manual skills shaping among dentists on plastic and biomaterial models / Y. Vasil'ev, E. Diachkova, H. Darawsheh, A. Kashtanov, E. Molotok, B. Volel, A. Batov, O. Kytko, R. Saleev, G. Saleeva, L. Saleeva, I. Smilyk, N. Tiunova // *Dent. J. (Basel)*. – 2022. – V. 4. – № 10 (7). P. – 124. doi: [10.3390/dj10070124](https://doi.org/10.3390/dj10070124).

142. Demir, E. Clinical evaluation of efficacy of transcortical anesthesia for the extraction of impacted mandibular third molars: a randomized controlled trial / E. Demir, H. Ataoglu // *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*. – 2020. – Vol. 20. – № 1. – P. 9–17. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2020.20.1.9>.
143. DeSantis, J. L. Four common mandibular nerve anomalies that lead to local anesthesia failures / J. L. DeSantis, P. Liebow // *The Journal of the American Dental Association*. – 1996. – Vol. 127. – № 7. – P. 1081–1086. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1996.0333>.
144. Detection of Various Anatomic Patterns of Root Canals in Mandibular Incisors Using Digital Periapical Radiography, 3 Cone-beam Computed Tomographic Scanners, and Micro-Computed Tomographic Imaging / L. P. M. da Silva Ramos, D. Rice, R. Ordinola-Zapata [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2014. – Vol. 40. – № 1. – P. 42–45. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.09.039>.
145. Different anesthetics on the efficacy of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis: A network systematic review and meta-analysis / J. L. de Geus, J. K. N. da Costa, L. M. Wambier [et al.] // *The Journal of the American Dental Association*. – 2020. – Vol. 151. – № 2. – P. 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2019.09.002>.
146. Difficult airway'made easy'with Vazirani-Akinosi (closed mouth) technique of mandibular nerve block / B. V. Devarakonda, Y. Issar, R. Goyal, K. Vadapalli // *Medical journal, Armed Forces India*. – 2018. – Vol. 75. – № 2. – P. 225–227. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2018.01.003>.
147. Distribution and absorption of local anesthetics in inferior alveolar nerve block: evaluation by magnetic resonance imaging / S. Ay, D. Küçü, P. Gümüş, M. Kara // *Journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2011. – Vol. 69. – № 11. – P. 2722–2730. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.02.087>.
148. Donkor, P. An evaluation of the closed mouth mandibular block technique / P. Donkor, J. Wong // *International journal of oral and maxillofacial surgery*. – 1990. – T. 19. – № 4. – P. 216–219.

149. Drake, R. *Gray's anatomy for students E-book* / R. Drake, A. W. Vogl, A. W. M. Mitchell. – Elsevier Health Sciences, 2009.
150. Effect of combination of preoperative ibuprofen/acetaminophen on the success of the inferior alveolar nerve block in patients with symptomatic irreversible pulpitis / M. Simpson, M. Drum, J. Nusstein J. [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2011. – Vol. 37. – № 5. – P. 593–597. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.015>.
151. Effect of nonsteroidal anti-inflammatory drug as an oral premedication on the anesthetic success of inferior alveolar nerve block in treatment of irreversible pulpitis: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis / V. Nagendrababu, S. Pulikkotil, S. Veetil [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2018. – Vol. 44. – № 6. – P. 914–922. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.02.017>.
152. Effect of oral premedication on the anaesthetic efficacy of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis – A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials / S. J. Pulikkotil, V. Nagendrababu, S. K. Veetil, P. Jinatongthai, F. P. Setzer // *International endodontic journal*. – 2018. – Vol. 51. – № 9. – P. 989–1004. <https://doi.org/10.1111/iej.12912>.
153. Effect of orally administered magnesium on postoperative pain level and trismus after surgical removal of the lower third molars: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial / D. Jerkovic, A. Tadin, L. Gavic [et al.] // *Clinical Oral Investigations*. – 2020. – P. 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03335-z>.
154. Effect of sodium bicarbonate–buffered lidocaine on the success of inferior alveolar nerve block for teeth with symptomatic irreversible pulpitis: A prospective, randomized double-blind study / M. Saatchi, A. Khademi, B. Baghaei, H. Noormohammadi // *Journal of endodontics*. – 2015. – Vol. 41. – № 1. – P. 33–35. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.011>.
155. Effects of extracellular pH on dental pulp cells in vitro / Y. Hirose, M. Yamaguchi, S. Kawabata [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2016. – Vol. 42. – № 5. – P. 735–741. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.01.019>.
156. Efficacy and safety of pulpal anesthesia strategies during endodontic treatment of permanent mandibular molars with symptomatic irreversible pulpitis: a systematic

- review and network meta-analysis / M. Zanjir, N. L. Lighvan, P. Yarascavitch [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2019. – Vol. 45. – № 12. – P. 1435–1464. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.09.002>.
157. Efficacy of articaine versus lidocaine administered as supplementary intraligamentary injection after a failed inferior alveolar nerve block: a randomized double-blind study / V. Aggarwal, M. Singla, S. Miglani, S. Kohli // *Journal of endodontics*. – 2019. – Vol. 45. – № 1. – P. 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.09.012>.
158. Efficacy of exclusive lingual nerve block versus conventional inferior alveolar nerve block in achieving lingual soft-tissue anesthesia / S. Balasubramanian, E. Paneerselvam, T. Guruprasad [et al.] // *Annals of maxillofacial surgery*. – 2017. – Vol. 7. – № 2. – P. 250.
159. Efficacy of local anaesthetic solutions on the success of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis: a systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials / V. Nagendrababu, S. Pulikkotil, A. Suresh [et al.] // *International Endodontic Journal*. – 2019. – Vol. 52. – № 6. – P. 779–789. <https://doi.org/10.1111/iej.13072>.
160. Evaluation of buccal infiltration with articaine and inferior alveolar nerve block with lignocaine for pulp therapy in mandibular primary molars / R. Chopra, M. Marwaha, K. Bansal, M. Mittal // *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. – 2016. – Vol. 40. – № 4. – P. 301–305. <https://doi.org/10.17796/1053-4628-40.4.301>.
161. Evaluation of efficacy and pain in intra oral versus extra oral inferior alveolar nerve block technique for third molar extraction: An Original Research / A. Vadlamudi, M. Marripudi, S. Dev [et al.] // *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*. – 2020. – Vol. 8. – № 6. – P. 66–69. <https://doi.org/10.21276/jamdsr>.
162. Evaluation of hypothermic and analgesic effects of local anesthetics based on non-contact thermography and registration of evoked responses / Y. Vasil'ev, R. Meylanova, V. Troitskiy, V. Laptina, V. Paterikin, S. Rakita, A. Aleksandrov, Aymaletdinova Z., Darawsheh H. // *Journal of International Dental and Medical Research*. – 2021. – T. 14. – № 2. – P. 726–735.

163. Evaluation of the Gow-Gates and Vazirani-Akinosi techniques in patients with symptomatic irreversible pulpitis: a prospective randomized study / V. Click, M. Drum, A. Reader [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2015. – Vol. 41. – № 1. – P. 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.010>.
164. Exoskeleton for lower jaw fractures treatment / D. Dyachenko, A. Vorobyev, Y. Makedonova [et al.] // *Archiv EuroMedica*. – 2021. – T. 11. – № 3. – P. 68–70. <http://dx.doi.org/10.35630/2199-885X/2021/11/3/16>.
165. Failure of inferior alveolar nerve block (ianb) and techniques to avoid it / H. Rajvanshi, S. Ernest, H. Effendi [et al.]. // *European Journal of Biomedical*. – 2016. – Vol. 3. – № 9. – P. 207–210.
166. Foramen mandibulae as an indicator of successful conduction anesthesia / J. Keros, P. Kobler, I. Baučić, T. Čabov // *Collegium antropologicum*. – 2001. – Vol. 25. – № 1. – P. 327–331.
167. Frequency and anatomical features of the mandibular lingual foramina: systematic review and meta-analysis / S. Bernardi, S. Bianchi, M. Continenza, G. Macchiarelli // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2017. – Vol. 39. – № 12. – P. 1349–1357. <https://doi.org/10.1007/s00276-017-1888-x>.
168. Garg, A. Anatomical variation of the sphenomandibular ligament / A. Garg, G. Townsend // *Australian Endodontic Journal*. – 2001. – Vol. 27. – № 1. – P. 22–24. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4477.2001.tb00446.x>.
169. Genetic basis for individual variations in pain perception and the development of a chronic pain condition / L. Diatchenko, G. Slade, A. Nackley [et al.] // *Human molecular genetics*. – 2005. – Vol. 14. – № 1. – P. 135–143. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddi013>.
170. Goodis, H. E. Tissue pH and temperature regulate pulpal nociceptors / H. E. Goodis, A. Poon, K. M. Hargreaves // *Journal of dental research*. – 2006. – Vol. 85. – № 11. – P. 1046–1049. <https://doi.org/10.1177/154405910608501114>.
171. Gow-Gates, G. A. E. Mandibular conduction anesthesia: a new technique using extraoral landmarks / G. A. E. Gow-Gates // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral*

- Pathology. – 1973. – Vol. 36. – № 3. – P. 321–328. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(73\)90208-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(73)90208-9).
172. Gow-Gates, G. A. The Gow-Gates mandibular block: further understanding / G. A. Gow-Gates, J. E. Watson // *Anesthesia Progress*. – 1977. – T. 24. – № 6. – P. 183.
173. Haas, D. A. Alternative mandibular nerve block techniques: a review of the Gow-Gates and Akinosi-Vazirani closed-mouth mandibular nerve block techniques / D. A. Haas // *The Journal of the American Dental Association*. – 2011. – Vol. 142. – P. 8S–12S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2011.0341>.
174. Han, M. D. Odontogenic infections are commonly encountered clinical / M. D. Han, M. R. Markiewicz, M. Miloro // *Contemporary Oral and Maxillofacial Surgery*, 7 E: South Asia Edition E-Book. – 2019. – P. 318–336.
175. How Successful is Supplemental Intra-septal and Buccal Infiltration Anaesthesia in the Mandibular Molars of Patients Undergoing Root Canal Treatment or Tooth Extraction / G. Gazal, R. Bahabri, A. Alolayan [et al.] // *Journal of Oral & Maxillofacial Research*. – 2020. – Vol. 11. – № 1. <https://doi.org/10.5037/jomr.2020.11105>.
176. How to avoid iatrogenic lingual nerve injury in the retromolar area: an anatomical study of retromolar pad and lingual nerve / J. Iwanaga, M. K. Cleveland, J. Wada, R. S. Tubbs // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2020. – P. 1–6. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02422-w>.
177. Howait, M. Prevalence of Failed Inferior Alveolar Nerve Block (IANB) in Achieving Pulpal Anaesthesia in Mandibular Molars with Symptomatic Irreversible Pulpitis/M. Howait, G. Basunbul // *Egyptian Dental Journal*. – 2019. – Vol. 65. – № 1-January (Fixed Prosthodontics, Dental Materials, Conservative Dentistry & Endodontics). – P. 771–776. <https://doi.org/10.21608/edj.2019.72859>.
178. Incidence of penetration of a blood vessel during inferior alveolar nerve block / F. Frangiskos, E. Stavrou, N. Merenditis [et al.] // *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2003. – Vol. 41. – № 3. – P. 188–189. [https://doi.org/10.1016/S0266-4356\(03\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0266-4356(03)00045-7).

179. Inferior alveolar nerve block by injection into the pterygomandibular space using guiding devices: a systematic review / A. Kashtanov, H. Darawsheh, Y. Vasil'ev, D. Shirokova, E. Shilyaeva, V. Brichagina, G. Taymurazov // *Archiv Euromedica*. – 2021. – Vol. 11. – Num. 2. – P. 5–12. <http://dx.doi.org/10.35630/2199-885X/2021/11/2/30>.
180. Inferior Alveolar Nerve Block Using the Anterior Technique to Anesthetize Buccal Nerve and Improve Anesthesia Success Rates for Third Molar Extraction: A Randomized Controlled Trial and Magnetic Resonance Imaging Evaluation / S. Tsukimoto, Y. Takasugi, R. Aoki [et al.] // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2019. – Vol. 77. – № 10. – P. 2004–2016. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2019.04.021>.
181. Inferior alveolar nerve canal position in relation to mandibular molars: a cone-beam computed tomography study / K. C. Vidya, J. Pathi, S. Rout [et al.] // *National Journal of Maxillofacial Surgery*. – 2019. – T. 10. – № 2. – P. 168. doi: 10.4103/njms.NJMS_53_17.
182. Influence of cone-beam computed tomography on endodontic retreatment strategies among general dental practitioners and endodontists / G. Rodríguez, S. Pate, F. Durán-Sindreu [et al.] // *Journal of endodontics*. – 2017. – Vol. 43. – № 9. – P. 1433–1437. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.004>.
183. Influence of custom-made and stock mouthguard thickness on biomechanical response to a simulated impact / J. P. Tribst, A. M. de Oliveira Dal Piva, A. L. Borges, M. A. Bottino // *Dental traumatology*. – 2018. – T. 34. – № 6. – P. 429–437. doi:10.1111/edt.12432.
184. Inui, K. Temporal analysis of cortical mechanisms for pain relief by tactile stimuli in humans / K. Inui, T. Tsuji, R. Kakigi // *Cereb Cortex*. – 2006. – Vol. 16 (3). – P. 355–365. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi114>.
185. Is bilateral mental incisive nerve block better than unilateral mental incisive nerve block during the endodontic management of mandibular incisors with symptomatic irreversible pulpitis? A prospective single-blind randomized clinical trial / U.

- Kumar, V. Aggarwal, S. Singh [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2020. – Vol. 46. – № 4. – P. 471–474. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.01.008>.
186. Is mepivacaine as effective as lidocaine during inferior alveolar nerve blocks in patients with symptomatic irreversible pulpitis? A systematic review and meta-analysis / W. A. Vieira, L. R. Paranhos, G. O. Cericato [et al.] // *International endodontic journal*. – 2018. – Vol. 51. – № 10. – P. 1104–1117. <https://doi.org/10.1111/iej.12926>.
187. Is the Vazirani-Akinosi Nerve Block a Better Technique Than the Conventional Inferior Alveolar Nerve Block for Beginners? / K. Nakkeeran, P. Rav, G. Doss, K. K. Raja // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2019. – Vol. 77. – № 3. – P. 489–492. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.08.034>.
188. Jayakaran, T. G. Local Anesthetics in Pediatric Dental Practice / T. G. Jayakaran, R. Vignesh, P. Shankar // *Research Journal of Pharmacy and Technology*. – 2019. – Vol. 12. – № 8. – P. 4066–4070. <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2019.00700.5>.
189. Jendi, S. K. Vazirani–Akinosi Nerve Block Technique: An Asset of Oral and Maxillofacial Surgeon / S. K. Jendi, B. G. Thomas // *Journal of maxillofacial and oral surgery*. – 2019. – T. 18. – P. 628–633. <https://doi.org/10.1007/s12663-019-01183-3>.
190. Jofré, J. Design and preliminary evaluation of an extraoral Gow-Gates guiding device / J. Jofré, P. Münzenmayer // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. – 1998. – Vol. 85. – № 6. – P. 661–664. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(98\)90032-4](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(98)90032-4).
191. Kanaa, M. D. A prospective randomized trial of different supplementary local anesthetic techniques after failure of inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis in mandibular teeth / M. D. Kanaa, J. M. Whitworth, J. G. Meechan // *Journal of endodontics*. – 2012. – Vol. 38. – № 4. – P. 421–425. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.12.006>.
192. Khalil, H. A basic review on the inferior alveolar nerve block techniques / H. Khalil // *Anesthesia, essays and researches*. – 2014. – Vol. 8. – № 1. – P. 3. <https://doi.org/10.4103/0259-1162.128891>.

193. Khoury, J. Neural blockade anaesthesia of the mandibular nerve and its terminal branches: rationale for different anaesthetic techniques including their advantages and disadvantages / J. Khoury, G. Townsend // *Anesthesiology Research and Practice*. – 2011. – Vol. 2011. <https://doi.org/10.1155/2011/307423>.
194. Kim, S. Ligamental injection: A physiological explanation of its efficacy / S. Kim // *Journal of endodontics*. – 1986. – Vol. 12. – № 10. – P. 486–491. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(86\)80204-7](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(86)80204-7).
195. Knowles, K. I. Paresthesia associated with endodontic treatment of mandibular premolars / K. I. Knowles, M. A. Jergenson, J. H. Howard // *Journal of endodontics*. – 2003. – Vol. 29. – № 11. – P. 768–770. <https://doi.org/10.1097/00004770-200311000-00019>.
196. Kondo, S. Analytical methods and interpretation of variation in tooth morphology / S. Kondo, Y. Manabe // *Journal of Oral Biosciences*. – 2016. – Vol. 58. – № 3. – P. 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.job.2016.04.001>.
197. Lamarca, G. A. The influence of stress and anxiety on the expectation, perception and memory of dental pain in schoolchildren / G. A. Lamarca, M. V. Vettore, A. M. Monteiro da Silva // *Dentistry journal*. – 2018. – Vol. 6. – № 4. – P. 60. <https://doi.org/10.3390/dj6040060>.
198. Lateral Incisor Injection Pain Using the Dentapen Electronic Syringe / B. B. Partido, J. M. Nusstein, K. Miller, M. Lally // *Journal of Endodontics*. – 2020. – Vol. 46 (11). – P. 1592–1596. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.07.029>.
199. Lee, P. R. Alternative techniques for failure of conventional inferior alveolar nerve block / P. R. Lee, H. J. Yang // *Journal of dental anesthesia and pain medicine*. – 2019. – Vol. 19. – № 3. – P. 125–134. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2019.19.3.125>.
200. Lewis, A. B. Growth of the mandible during pubescence / A. B. Lewis, A. F. Roche, B. Wagner // *Angl. Orthodontist*. – 1982. – Vol. 52. – № 4. – P. 325–342.
201. Lin, P. Pain catastrophizing in dental patients: implications for treatment management / P. Lin // *The Journal of the American Dental Association*. – 2013. –

- Vol. 144. – № 11. – P. 1244–1251. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0052>.
202. Localization of mandibular foramen relative to landmarks in East Indian mandibles/ K. Sandhya, B. Singh, N. Lugun, R. Prasad // *Indian Journal of Dental Research*. – 2015. – T. 26. – № 6. – P. 571. DOI: 10.4103/0970-9290.176917.
203. Location of the mandibular lingula: Comparison of skeletal Class I and Class III patients in relation to ramus osteotomy using cone-beam computed tomography / H. Akcay, F. Kalabalik, B. Tata, M. Ulu // *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*. – 2019. – Vol. 120. – № 6. – P. 504–508. <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2019.07.013>.
204. Loeser, J. D. The Kyoto protocol of IASP basic pain Terminology☆/ J. D. Loeser, R. D. Treede // *Pain*. – 2008. – Vol. 137. – № 3. – P. 473–477.
205. Macroscopic anatomy of the sphenomandibular ligament related to the inferior alveolar nerve block / H. Shiozaki, S. Abe, N. Tsumori [et al.] // *CRANIO®*. – 2007. – Vol. 25. – № 3. – P. 160–165. <https://doi.org/10.1179/crn.2007.025>.
206. Madan, G. A. Failure of inferior alveolar nerve block: exploring the alternatives / G. A. Madan, S. G. Madan, A. D. Madan // *The Journal of the American Dental Association*. – 2002. – T. 133. – № 7. – P. 843–846. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2002.0298>.
207. Malamed, S. F. Advances in local anesthetics: pH buffering and dissolved CO₂ / S. F. Malamed, M. Falkel // *Dentistry today*. – 2012. – Vol. 31. – № 5. – P. 88.
208. Malamed, S. F. *Handbook of local anesthesia* / S. E. Malamed. – Elsevier Health Sciences, 2004.
209. Malamed, S. F. *Handbook of local anesthesia-e-book* / S. E. Malamed. – Elsevier Health Sciences, 2019.
210. Malamed, S. F. Is the mandibular nerve block passé? / S. F. Malamed // *The Journal of the American Dental Association*. – 2011. – Vol. 142. – P. 3S-7S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2011.0340>.

211. Malamed, S. F. Poorsattar S. Needle breakage: incidence and prevention / S. F. Malamed, K. Reed, S. Poorsattar // *Dental Clinics of North America*. – 2010. – Vol. 54. – № 4. – P. 745. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.06.013>.
212. Malamed, S. F. The Gow-Gates mandibular block: evaluation after 4,275 cases / S. F. Malamed // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. – 1981. – Vol. 51. – № 5. – P. 463–467. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(81\)90001-3](https://doi.org/10.1016/0030-4220(81)90001-3).
213. Mandible Exoskeleton-First Results of Development and Implementation / A. A. Vorobyev, D. Y. Dyachenko, Y. A. Makedonova [et al.] // *Journal of International Dental & Medical Research*. – 2020. – T. 13. – № 2. – P. 400–406.
214. Mandibular block success rate in relation to needle insertion and position: a self-report survey / M. Ashkenazi, I. Sher, M. Rackoz [et al.] // *European Archives of Paediatric Dentistry*. – 2014. – Vol. 15. – № 2. – P. 121–126. <https://doi.org/10.1007/s40368-013-0073-0>.
215. Mandibular canal course and the position of the mental foramen by panoramic X-ray in Chilean individuals/G. Cartes, I. Garay, N. Deana [et al.] // *BioMed research international*. – 2018. – Vol. 2018. – P. 4. <https://doi.org/10.1155/2018/2709401>.
216. Mbajiorgu, E. F. A study of the position of the mandibular foramen in adult black Zimbabwean mandibles / E. F. Mbajiorgu // *The Central African journal of medicine*. – 2000. – T. 46. – № 7. – P. 184–190.
217. Mechanical properties of acellular peripheral nerve / G. H. Borschel, K. F. Kia, W. M. Kuzon Jr, R. G. Dennis // *Journal of Surgical Research*. – 2003. – T. 114. – № 2. – P. 133–139. doi:10.1016/s0022-4804(03)00255-5.
218. Mechanical properties of native and acellular temporal muscle fascia for surgical reconstruction and computational modelling purposes / J. Zwirner, B. Ondruschka, M. Scholze, G. Schulze-Tanzil // *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. – 2020. – T. 108. – P. 103833. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103833.
219. Meechan J. G. Practical dental local anaesthesia / J. G. Meechan. – Quintessence Publishing, 2019. – Vol. 6.

220. Meechan, J. G. How to overcome failed local anaesthesia / J. G. Meechan // *British dental journal*. – 1999. – Vol. 186. – № 1. – P. 15–20. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800006>.
221. Melzack, R. From the gate to the neuromatrix / R. Melzack // *Pain*. – 1999. – Vol. 82. – P. S121–S126. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(99\)00145-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(99)00145-1).
222. Morphological study of the hypoglossal and lingual nerves / S. Rie, H. Lee, D. Nishimoto, S. Ogata // *National Journal of Clinical Anatomy*. – 2016. – Vol. 5. – № 03. – P. 148–155. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3401605>.
223. Murphy, T. R. The inferior alveolar neurovascular bundle at the mandibular foramen / T. R. Murphy, E. M. Grundy // *The Dental practitioner and dental record*. – 1969. – T. 20. – № 2. – P. 41–48. PMID: 5259672.
224. Nerve to mylohyoid branched from the lingual nerve: previously undescribed case / J. Iwanaga, S. Kikuta, R. Oskouian, R. Tubbs // *Anatomical science international*. – 2019. – Vol. 94. – № 3. – P. 266–268. <https://doi.org/10.1007/s12565-019-00476-4>.
225. Neurobiological and clinical relationship between psychiatric disorders and chronic pain / M. Barš, V. Đorđević, R. Gregurek, M. Bulajić // *Psychiatria Danubina*. – 2010. – Vol. 22. – № 2. – P. 221–226.
226. Ngeow, W. P. Lingual nerve neuropathy: more than just third molar surgery and inferior alveolar nerve blocks / W. P. Ngeow, W. L. Chai // *Dental Update*. – 2019. – Vol. 46. – № 8. – P. 775–789. <https://doi.org/10.12968/denu.2019.46.8.775>.
227. Nusstein, J. M. Local Anesthesia / J. M. Nusstein // *The Guidebook to Molar Endodontics*. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2017. – P. 75–91.
228. Occurrence of paresthesia after dental local anesthetic administration in the United States / G. Garisto, A. Gaffen, H. Lawrence [et al.] // *The Journal of the American Dental Association*. – 2010. – Vol. 141. – № 7. – P. 836–844. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2010.0281>.
229. Okamoto, Y. Inferior alveolar nerve block by injection into the pterygomandibular space anterior to the mandibular foramen: radiographic study of local anesthetic spread in the pterygomandibular space / Y. Okamoto // *Anesthesia Progress*. – 2000. – T. 47. – № 4. – P. 130. PMID: 11432178; PMCID: PMC2149029.

230. Oulis, P. J. The effectiveness of mandibular infiltration compared to mandibular block anesthesia in treating primary molars in children / P. J. Oulis, G. P. Vadiakas, A. Vasilopoulou // *Pediatric dentistry*. – 1996. – Vol. 18. – P. 301–305.
231. Panoramic Radiographic Relationship of the Mandibular Foramen to the Anterior Border of the Ramus and Occlusal Plane as an Aid in Inferior Alveolar Nerve Block / E. Lasemi, M. Motamedi, A. Talaeipour [et al.] // *Anesthesia Progress*. – 2019. – Vol. 66. – № 1. – P. 20–23. <https://doi.org/10.2344/anpr-65-04-05>.
232. Periodontal intraligament injection as alternative to inferior alveolar nerve block — meta-analysis of the literature from 1979 to 2012 / N. Shabazfar, M. Daubländer, B. Al-Nawas, P. Kämmerer // *Clinical oral investigations*. – 2014. – Vol. 18. – № 2. – P. 351–358. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1113-1>.
233. Pinkham, J. R. *Pediatric dentistry: infancy through adolescence* / J. R. Pinkham, P. S. Casamassimo. – Saunders, 1999.
234. Pogrel, M. A. Innervation of the mandibular incisors by the mental nerve / M. A. Pogrel, R. Smith, R. Ahani // *Journal of oral and maxillofacial surgery*. – 1997. – Vol. 55. – № 9. – P. 961–963. [https://doi.org/10.1016/S0278-2391\(97\)90070-7](https://doi.org/10.1016/S0278-2391(97)90070-7).
235. Psychological aspects of persistent pain: current state of the science / F. Keefe, M. Rumble, P. Scipio [et al.] // *The Journal of Pain*. – 2004. – Vol. 5. – № 4. – P. 195–211.
236. Real-time computer-generated integral imaging and 3D image calibration for augmented reality surgical navigation / J. Wang, H. Suenaga, H. Liao [et al.] // *Computerized Medical Imaging and Graphics*. – 2015. – Vol. 40. – P. 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.compmedimag.2014.11.003>.
237. Sarkar, S. Bifid Mandibular Canals: A case report and mini review / S. Sarkar, S. Mondal // *Case Rep Dent Sci*. – 2019. – Vol. 1. – № 1. – P. 5–8.
238. Sarnas, K. V. Early adult changes in the skeletal and soft-tissue profile / K. V. Sarnas, B. Solow // *Eur. J. Orthodont*. – 1980. – Vol. 2. – № 1. – P. 1–12.
239. Second, Y. L. K. Local anesthetics in dentistry—newer methods of delivery / Y. L. K. Second, P. Neelakantan // *Int J Pharm Clin Res*. – 2014. – Vol. 6. – № 1. – P. 4–6.

240. Shape of the lingula and its localization by panoramic radiograph versus dry mandibular measurement / S. Kositbowornchai, M. Siritapetawee, T. Damrongrungruang [et al.] // *Surgical and Radiologic Anatomy*. – 2007. – Vol. 29. – № 8. – P. 689–694. <https://doi.org/10.1007/s00276-007-0270-9>.
241. Shenoy, V. Osteometric analysis of the mandibular foramen in dry human mandibles / V. Shenoy, S. Vijayalakshmi, P. Saraswathi // *J Clin Diagn Res*. – 2012. – T. 6. – № 4. – P. 557–60. DOI: JCDR/2012/3873:0002.
242. Shields, P. W. Further observations on mandibular anaesthesia / P. W. Shields // *Australian Dental Journal*. – 1977. – T. 22. – № 5. – P. 334–337.
243. Sholapurkar, A. Bilateral Bifid mandibular canals – Special relevance for a general dental practitioner. Report of 2 cases / A. Sholapurkar, P. Davies // *Journal of clinical and experimental dentistry*. – 2019. – Vol. 11. – № 3. – P. e287. <https://doi.org/doi:10.4317/jced.55575>.
244. Significance of localization of mandibular foramen in an inferior alveolar nerve block / K. Thangavelu, R. Kannan, N. Kumar [et al.] // *Journal of natural science, biology, and medicine*. – 2012. – Vol. 3. – № 2. – P. 156. <https://doi.org/10.4103/0976-9668.101896>.
245. Skin and mucosal ischemia as a complication after inferior alveolar nerve block / P. Aravena, P. Valeria, N. Nuñez [et al.] // *Dental research journal*. – 2016. – Vol. 13. – № 6. – P. 560.
246. Smolka, W. Local anesthetic-induced myotoxicity as a cause of severe trismus after inferior alveolar nerve block / W. Smolka, T. Knoesel, U. Mueller-Lisse // *Quintessence international*. – 2018. – Vol. 49. – № 5.
247. Stein, P. Sensory innervation of mandibular teeth by the nerve to the mylohyoid: implications in local anesthesia / P. Stein, J. Brueckner, M. Milliner // *Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists*. – 2007. – Vol. 20. – № 6. – P. 591–595. <https://doi.org/10.1002/ca.20479>.

248. Study of elastic elements of lower jaw exoskeleton / A. A. Vorobyev, D. Y. Dyachenko, Y. Makedonova [et al.] // *Archiv Euromedica*. – 2020. – T. 2. – № 10. – P. 126–130. <http://dx.doi.org/10.35630/2199-885X/2020/10/2.32>.
249. Tahmassebi, J. Children and career's experience and satisfaction of two local anaesthetic techniques; for treatment of carious mandibular primary molars in children / J. Tahmassebi, A. Bani Hani, F. Alzahrani // *Journal of Dental Science, Oral and Maxillofacial Research*. – 2018. – Vol. 1. – № 1. – P. 12–20. <https://doi.org/10.30881/jdsomr.00004>.
250. Takeuchi, T. The study of the volume and shape of pterygomandibular space by computed tomography / T. Takeuchi // *J Jpn Dent Soc Anesthesiol*. – 1993. – T. 221. – P. 293–310.
251. The anatomic basis of lingual nerve trauma associated with inferior alveolar block injections / P. D. Morris, J. Rasmussen, G. S. Throckmorton, R. Finn [et al.] // *Journal of oral and maxillofacial surgery*. – 2010. – Vol. 68. – № 11. – P. 2833–2836. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2010.06.193>.
252. The Development of Sensing Architecture for Inferior Alveolar Nerve Block Clinical Simulator Kit / S. Z. Zainudin, M. M. Ramli, T. T. Jamaluddin [et al.] // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – IOP Publishing, 2019. – Vol. 637. – № 1. – P. 012005.
253. The great auricular nerve: anatomical study with application to nerve grafting procedures / J. Altafulla, J. Iwanaga, S. Lachkar [et al.] // *World Neurosurgery*. – 2019. – Vol. 125. – P. e403-e407. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.01.087>.
254. The incidence of intravascular needle entrance during inferior alveolar nerve block injection / A. T. Zenouz, H. Ebrahimi, M. Mahdipour [et al.] // *Journal of dental research, dental clinics, dental prospects*. – 2008. – V. 2. – № 1. – P. 38. doi: 10.5681/joddd.2008.008.
255. The influence of mandibular skeletal characteristics on inferior alveolar nerve block anesthesia / T. M. You, K. D. Kim, J. Huh [et al.] // *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*. – 2015. – Vol. 15. – № 3. – P. 113–119. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2015.15.3.113>.

256. The influence of the elastic modulus of the plaque in carotid artery on the computed results of FFRCT / K. Xu, L. Yu, J. Wan [et al.] // *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. – 2020. – T. 23. – № 5. – P. 201–211. doi:10.1080/10255842.2019.1710741.
257. The mandibular lingula's position in children as a reference to inferior alveolar nerve block / P. M. Kanno, J. A. de Oliveira, M. Cannon, A. Carvalho // *Journal of dentistry for children*. – 2005. – Vol. 72. – № 2. – P. 56–60.
258. The mechanical effect of the periodontal ligament on bone strain regimes in a validated finite element model of a macaque mandible / H. Mehari Abraha, J. Iriarte-Diaz, C. F. Ross, A. B. Taylor, O. Panagiotopoulou // *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. – 2019. – P. 269. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00269>.
259. The position of lingula as an index for inferior alveolar nerve block injection in 7-11-year-old children / F. Ardakani, Z. Bahrololoumi, M. Booshehri [et al.] // *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*. – 2010. – Vol. 4. – № 2. – P. 47. <https://doi.org/10.5681/joddd.2010.013>.
260. The pterygopalatine fossa: imaging anatomy, communications, and pathology revisited / S. Tashi, B. Purohit, M. Becker, P. Mundada // *Insights into imaging*. – 2016. – Vol. 7. – № 4. – P. 589–599. <https://doi.org/10.1007/s13244-016-0498-1>.
261. The use of ultrasound for guiding needle placement for inferior alveolar nerve blocks / L. Hannan, A. Reader, R. Nist [et al.] // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. – 1999. – Vol. 87. – № 6. – P. 658–665. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(99\)70156-3](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(99)70156-3).
262. Three-dimensional anatomic analysis of mandibular foramen with mandibular anatomic landmarks for inferior alveolar nerve block anesthesia / S. H. Kang, I. Byun, J. Kim [et al.] // *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*. – 2013. – Vol. 115. – № 6. – P. e17-e23. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.10.038>.
263. Tjaderhane, L. Dentin-Pulp and Periodontal Anatomy and Physiology / L. Tjaderhane, S. Paju // *Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis*. – 2019. – P. 11–58. <https://doi.org/10.1002/9781119272014.ch2>.

264. Topographic anatomy of mandibular foramen in different age groups using panoramic radiographs / S. Kapoor, A. Sandhu, A. Singla, S. Sandhu // *Eur J. Anat.* – 2018. – Vol. 22. – № 1. – P. 27–35.
265. Transient delayed facial nerve palsy after inferior alveolar nerve block anesthesia / F. H. Tzermpos, A. Cocos, M. Kleftogiannis [et al.] // *Anesth Prog.* – 2012. – V. 59 (1). – P. 22–7. <https://doi.org/10.2344/11-03.1>.
266. Trigeminal nerve and pathologies in magnetic resonance imaging—a pictorial review / A. Gunes, E. Bulu, A. Akgoz [et al.] // *Polish Journal of Radiology.* – 2018. – Vol. 83. – P. e289. <https://doi.org/10.5114/pjr.2018.76921>.
267. Utilisation d'un angulateur pour analgésie au foramen mandibulaire / N. Caillieux, P. Rousset, C. Vidaud [et al.] // Étude préliminaire comparative avec une technique «à main levée» *Rev. Odont. Stomat.* – 2016. – V. 45. – P. 107–116.
268. Utilisation d'un angulateur pour analgésie au foramen mandibulaire. Étude préliminaire comparative avec une technique «à main levée» / N. Caillieux, P. Rousset, P. Vidaud [et al.] // *Rev. Odont. Stomat.* – 2016. – Vol. 45 – P. 107–116.
269. Variant inferior alveolar nerves and implications for local anesthesia / K. T. Wolf, E. J. Brokaw, A. Bell, A. Joy // *Anesthesia progress.* – 2016. – Vol. 63. – № 2. – P. 84–90. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-63.2.84>.
270. Variation in shape of the lingula in the adult human mandible / A. Tuli, R. Choudhry, S. Choudhry [et al.] // *Journal of Anatomy.* – 2000. – Vol. 197. – № 2. – P. 313–317. <https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2000.19720313.x>.
271. Variations in the posterior division branches of the mandibular nerve in human cadavers / B. Thotakura, S. Rajendran, V. Gnanasundaram, A. Subramaniam // *Singapore Med J.* – 2013. – Vol. 54. – № 3. – P. 149–151. <http://dx.doi.org/doi:10.11622/smedj.2013051>.
272. Varma, C. L. Position of mandibular foramen in south Indian mandibles / C. L. Varma, I. Haq, T. Rajeshwari // *Anatomica karnataka.* – 2011. – T. 5. – № 1. – P. 53–6.
273. Vasconcelos, B. P. Frequency of positive aspirations in anesthesia of the inferior alveolar nerve by the direct technique / B. P. Vasconcelos, K. P. Freitas, M. R.

- Canuto // *Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal*. – 2008. – Vol. 13. – № 6. – P. E371-4.
274. Vassend, O. Anxiety, pain and discomfort associated with dental treatment / O. Vassend // *Behaviour research and therapy*. – 1993. – Vol. 31. – № 7. – P. 659–666. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(93\)90119-F](https://doi.org/10.1016/0005-7967(93)90119-F).
275. Vision-based markerless registration using stereo vision and an augmented reality surgical navigation system: a pilot study / H. Suenaga, H. H. Tran, H. Liao [et al.] // *BMC medical imaging*. – 2015. – Vol. 15. – № 1. – P. 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12880-015-0089-5>.
276. Visual indentation apparatus and finite element modelling as a method to characterize 3D mechanical properties of facial skin in vivo / H. Wei, X. Liu, L. Li [et al.] // *Mechanics of Materials*. – 2021. – T. 157. – P. 103852. doi: 10.1016/j.mechmat.2021.103852.
277. Weiss, R. Cone beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery: an evidence-based review / R. Weiss, A. Read-Fuller // *Dentistry journal*. – 2019. – Vol. 7. – № 2. – P. 52. <https://doi.org/10.3390/dj7020052>.
278. Wilson, S. The inferior alveolar and mylohyoid nerves: an anatomic study and relationship to local anesthesia of the anterior mandibular teeth / S. Wilson, P. Johns, P. Fuller // *Journal of the American Dental Association (1939)*. – 1984. – Vol. 108. – № 3. – P. 350–352. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1984.0005>.
279. Won, Y. J. Application of augmented reality for inferior alveolar nerve block anesthesia: A technical note / Y. J. Won, S. H. Kang // *Journal of dental anesthesia and pain medicine*. – 2017. – Vol. 17. – № 2. – P. 129–134. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2017.17.2.129>.
280. Zhou, X. Bifid mandibular canals: CBCT assessment and macroscopic observation / X. Zhou, X. Gao, J. Zhang // *Surgical and Radiologic Anatomy: SRA*. – 2020. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02489-5>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Проверка характера распределения по критерию Шапиро-Уилкса:

Возраст $p = 0,08$ — нормальное

Лицевой индекс, % $p < 0,0001$ — асимметричное

Черепной индекс, % $p < 0,0001$ — асимметричное

Крыловидно-челюстное пространство справа L $p = 0,0003$ — асимметричное

Крыловидно-челюстное пространство справа W $p = 0,008$ — асимметричное

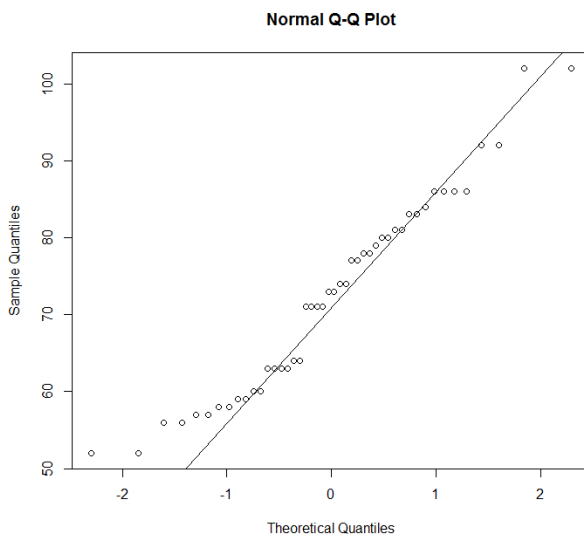
Крыловидно-челюстное пространство слева L $p = 0,0002$ — асимметричное

Крыловидно-челюстное пространство слева W $p = 0,008$ — асимметричное

Толщина крылочелюстное пространство от точки входа нерва слева $p = 0,0006$

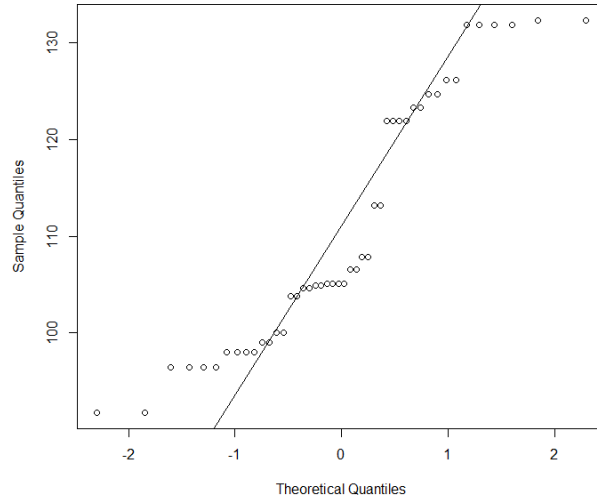
Толщина крылочелюстное пространство от точки входа нерва справа $p < 0,0001$

По графикам QQ:



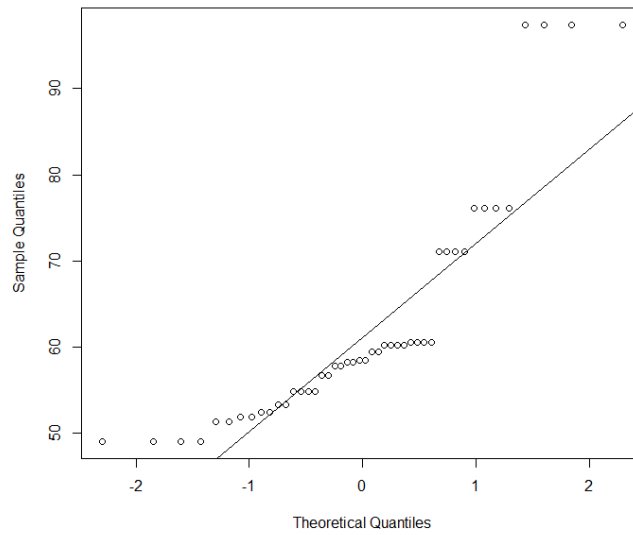
Возраст

Normal Q-Q Plot



Лицевой индекс

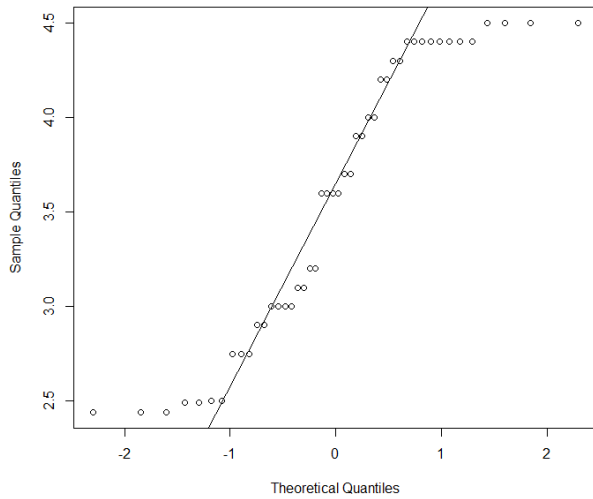
Normal Q-Q Plot



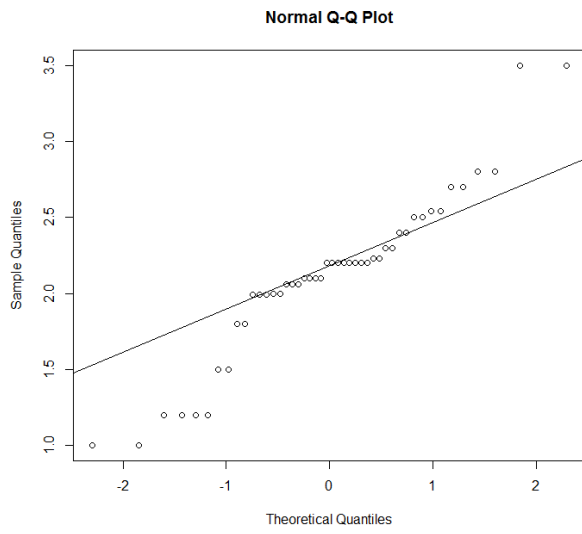
Черепной индекс

Крыловидно-челюстное пространство справа L

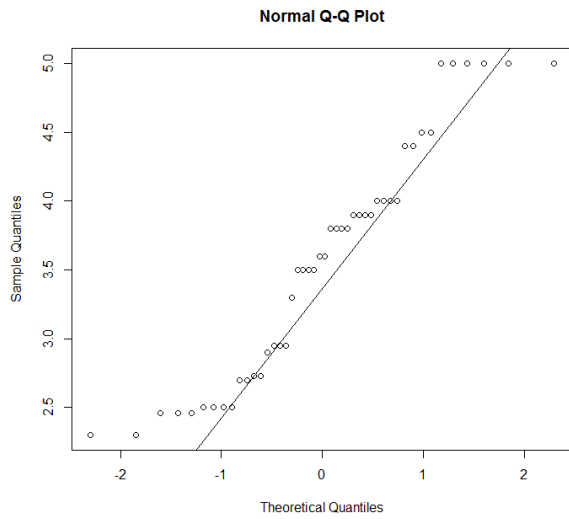
Normal Q-Q Plot



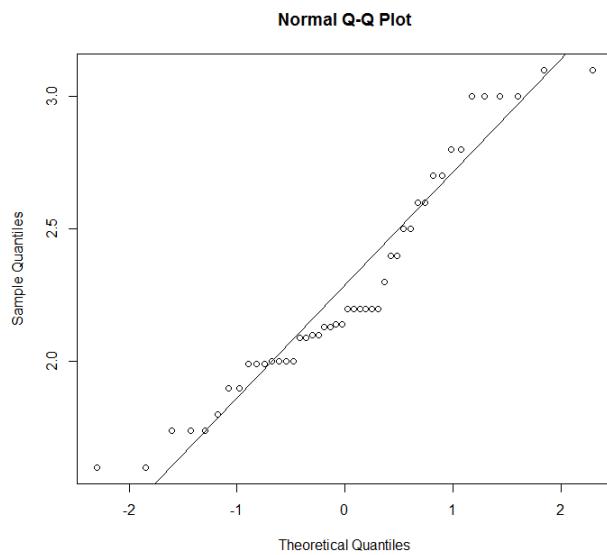
Крыловидно-челюстное пространство слева W



Крыловидно-челюстное пространство справа L



Крыловидно-челюстное пространство слева W



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ПРОВЕРКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Усовершенствованная методика:

По критерию Шапиро-Уилкса

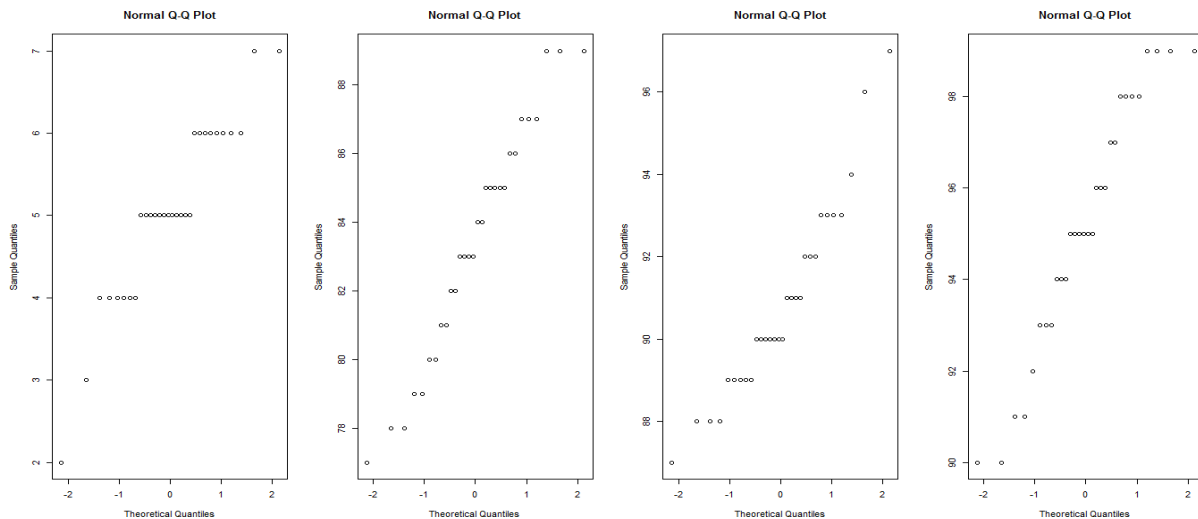
до — асимметричное ($p=0,02$)

через 5 минут — нормальное ($p=0,39$)

через 10 минут — нормальное ($p=0,08$)

через 30 минут — нормальное ($p=0,11$)

Графики QQ:



Классическая методика:

По критерию Шапиро-Уилкса

до — асимметричное ($p < 0,0001$)

через 5 минут — асимметричное ($p=0,03$)

через 10 минут — нормальное ($p=0,13$)

через 30 минут — асимметричное ($p=0,02$)

Графики QQ:

