

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России)

На правах рукописи

Бахарев Илья Вячеславович

**Анатомическая изменчивость надглазничного края лобной кости и ее
влияние на строение лобной пазухи человека**

14.03.01 - анатомия человека

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, доцент
А. В. Павлов

Рязань – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	14
1.1. Морфологическая характеристика надглазничного края лобной кости в структуре глазницы	14
1.2. Клиническое значение анатомии верхней стенки глазницы	22
1.3. Сведения о морфологических характеристиках sinus frontalis.....	25
1.4. Место sinus frontalis в структуре черепа	30
1.5. Исследования биомеханических особенностей черепа.....	33
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	42
2.1. Объект и методы исследования	42
2.2. Краниометрическое исследование	42
2.3. Фотометрия архива рентгенограмм.....	45
2.4. Устройство для антропологических исследований	47
2.5. Статистический анализ данных	50
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	52
3.1. Анатомическая индивидуальная изменчивость надглазничного края лобной кости человека	52
3.1.1. Половые и возрастные особенности линейных размеров и пространственной организации надглазничного края лобной кости человека ..	52
3.1.2. Особенности линейных размеров и пространственной организации надглазничного края лобной кости человека относительно формы мозгового отдела черепа	65
3.2. Анатомическая индивидуальная изменчивость лобной пазухи человека ...	78
3.2.1. Половые и возрастные особенности линейных размеров и пространственной организации пазухи лобной кости человека	78

3.2.2. Линейные размеры лобной пазухи у мужчин разного возраста	79
3.2.3. Линейные размеры лобной пазухи у женщин разных возрастных групп .	81
3.2.4. Особенности линейных размеров и пространственной организации лобной пазухи у мужчин в зависимости от формы черепа.....	83
3.2.5. Особенности линейных размеров и пространственной организации лобной пазухи у женщин в зависимости от формы черепа	85
3.3. Биомеханические связи линейных и расчетных показателей надглазничного края лобной кости, лобной пазухи человека и размеров лицевого отдела черепа	88
3.3.1. Корреляция основных размеров лобной пазухи с размерами лицевого отдела черепа у мужчин.....	88
3.3.2. Корреляция основных размеров лобной пазухи с размерами лицевого отдела черепа у женщин	90
3.3.3. Взаимосвязь формы надглазничного края и линейных параметров лица и лобной пазухи	92
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	98
ВЫВОДЫ	110
ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ.....	111
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	113

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Современная анатомия человека является не только базовой учебной дисциплиной при подготовке специалистов медицинского профиля, но является фундаментальной наукой, направленной на изучение особенностей строения, развития и возрастной трансформации, как отдельных органов тела человека, так и их систем. Не вызывает сомнения тот факт, что анатомические знания являются основой для развития клинической медицины во всем ее многообразии. Это, в свою очередь, требует от современного анатома свои исследования направлять на помощь практике.

Краниология как наука может по праву считаться одним из самых древних направлений в анатомии человека. С давнего времени человек значительное внимание уделял черепу, стараясь обнаружить в нем ответы на многие вопросы строения тела человека. Исследованию костей черепа были посвящены труды многих известных ученых, среди них С. Т. Земмеринг, Ф.Е. Галль, И. Ф. Blumenбах, Р. Фрориш, Й. Энгель, Р. Мартин, В. С. Сперанский, И. В. Гайворонский.

Одним из наиболее сложных и дискуссионных вопросов как исторической, так и современной краниологии является изменение костей черепа в процессе жизни человека и их взаимное влияние. И, несмотря на то, что впервые данная тема стала обсуждаться Й. Энгелем в 1851 году, она не теряет своей актуальности и сегодня [81]. Подтверждением этому служат многочисленные публикации специалистов в области анатомии, патологической анатомии, антропологии и судебной медицины [34,56,72,87,109,111,119,120,124,138,150]. Отдельно следует указать на работы, посвященные половым отличиям отдельных структур черепа, в частности лобной пазухи [113,130,139]. В них нет единого мнения, однозначно указывающего на ее выраженный половой диморфизм, что также обостряет интерес исследователя.

Важно отметить, что большинство анатомических исследований как надглазничного края, так и лобной пазухи проводились изолированно. В доступной литературе мы не смогли найти публикации о наличии или отсутствии связи между данными анатомическими структурами, несмотря на то, что они находятся в непосредственном контакте. Следовательно, на них воздействуют одни и те же механические силы. Этот факт побудил нас к выполнению данного исследования. Уточнение уже существующих и получение новых данных, способствует накоплению знаний о строении, возрастных и половых особенностях нашего тела в целом и черепа в частности. Указанная информация будет полезна не только анатомам, но и антропологам, судебным медикам и клиницистам.

Несмотря на то, что конструктивные особенности лицевого черепа изучались на протяжении многих лет, в настоящий момент, обработка данных, полученных в результате антропометрических измерений лицевого отдела черепа человека, не только не теряет своей актуальности, но и напротив, представляет большой интерес для клинических специалистов в области челюстно-лицевой хирургии, хирургии носа, нейрохирургии [8,24,60,84]. Это также относится, в целом, к глазнице и, в частности, к типологическим характеристикам надглазничного края лобной кости.

В связи с технологическим развитием современной медицины в практическую хирургию активно внедряются миниинвазивные методы хирургических вмешательств, позволяющие минимизировать повреждение тканей и значительно сократить время оперативного вмешательства [13]. Это в полной мере относится и к нейрохирургической практике. Среди большого числа публикаций, демонстрирующих такого рода доступы к анатомическим образованиям передней черепной ямки через лобную область, следует обратить внимание на миниинвазивную супраорбитальную краниотомию [103,117]. Несмотря на имеющиеся современные и инновационные подходы в нейрохирургической практике, оперативные доступы через лобную кость всегда сопряжены с риском нежелательных повреждений лобной пазухи,

влекущих к развитию опасных послеоперационных осложнений, таких как абсцесс мозга, менингит и ликворея.

Формирование воздушных полостей лобной кости отличается разнообразием и выраженной индивидуальностью строения.

Придаточным полостям носа в своих работах уделяли внимание такие видные ученые как Н. И. Пирогов, Э. Цукеркандль, И. В. Корсаков. П. П. Заболоцкий-Десятковский в 1857 году он опубликовал книгу "О болезнях носа и носовых полостей". Анатомическая основа для развития хирургии околоносовых пазух была заложена в работах гениального отечественного ученого Н.И. Пирогова. В своем фундаментальном труде «Топографическая анатомия, иллюстрированная разрезами, проведенными через замороженное тело человека в трех направлениях» (1859) изображения придаточных полостей носа были представлены с такой точностью, что даже сейчас, более ста лет спустя, эта книга может быть прекрасным учебником для ринопластов.

В данных работах особое внимание уделено анатомической изменчивости околоносовых пазух. Вместе с тем современные многочисленные руководства, монографии и учебные пособия по анатомии человека все меньше внимания уделяют вариантной анатомии, отдавая предпочтение усредненным понятиям и характеристикам анатомических образований. Возможно, это обстоятельство связано с особенностями хирургических вмешательств: долгое время в хирургии бытовало правило «большая операция – большой разрез». В последнее время, с приходом в клиническую практику томографии, развитии эндонезологии коренным образом изменился и подход к оценке анатомических особенностей строения придаточных полостей носа в целом и лобной пазухи – в частности. Встречающиеся варианты анатомического строения лобных пазух представляют собой реальную опасность интра- и послеоперационных осложнений в ринопластике и нейронезологии.

На протяжении XX века многие авторы изучали анатомию придаточных пазух носа [7,17,19,29,34], однако, по нашим данным, пазухи изучались обособленно, без привязки к костным образованиям лицевого отдела черепа,

которые при хирургическом вмешательстве могли бы служить ориентиром. При всем многообразии возможностей современной диагностической техники успех возможен лишь в случае правильной интерпретации полученных в результате исследования данных, что возможно лишь на прочной основе достижений краниологии, в знании закономерностей строения черепа как целостной системы [6].

Строение черепа человека является результатом сложных процессов, которые включают скоординированный рост и взаимодействие его костных компонентов для выполнения структурного и функционального баланса. В связи с этим представляется актуальным изучить взаимоотношение строения лобной пазухи человека с пространственными характеристиками рядом располагающихся структур, в частности – надглазничного края лобной кости.

Степень разработанности темы

В последнее время в специальной литературе не теряет актуальности вопрос изучения индивидуальных анатомических особенностей стенок орбиты и лобных пазух человека.

Особый интерес представляют собой исследования, направленные на получение достоверных данных о наличии или отсутствии половых отличий в строении этих анатомических образований. В частности, есть информация как о наличии возрастных и половых различий лобной пазухи [63,83,89,98], так и об их отсутствии [88,139,144].

Анатомия глазницы также широко обсуждается в публикациях последнего десятилетия. Особенно много работ освещают линейные характеристики стенок глазниц у людей разных половозрастных групп [3,15,17,51,115].

В специальной литературе имеются данные как о параметрах глазницы [2,9,20,67,116], так и лобных пазух [7,88,120,125] в структуре черепа человека. Данных об изучении надглазничного края лобной кости вне связи его с глазницей, по имеющимся источникам, не имеется.

Цель исследования

Выявить взаимосвязь пространственного расположения надглазничного края лобной кости и особенностей анатомического строения лобной пазухи человека.

Задачи исследования

1. Изучить морфологическую характеристику и пространственную организацию надглазничного края лобной кости черепа взрослого человека с учетом индивидуальных особенностей его строения.
2. На основании краниометрических данных выделить основные типологические особенности надглазничного края.
3. Показать взаимосвязь особенностей анатомического строения лобной пазухи и пространственного расположения надглазничного края лобной кости человека.
4. Предложить гипотезу формирования лобной пазухи с учетом особенностей пространственного расположения надглазничного края лобной кости.

Научная новизна

1. Впервые получены данные об анатомической изменчивости пространственной организации надглазничного края лобной кости человека.
2. Впервые предложена оригинальная классификация, отражающая степень изогнутости дуги надглазничного края, на основании введенного авторами коэффициента изогнутости (КИ). Выделены три варианта пространственного расположения надглазничного края лобной кости: менее 30 – с небольшой изогнутостью дуги; 30–45 – со средней и более 45 – с большой изогнутостью дуги.
3. Впервые показано, что форма черепа имеет статистически достоверную корреляцию с большинством линейных, угловых и расчетных параметров надглазничного края. Выявлена тенденция к увеличению средних значений

линейных и угловых характеристик надглазничного края в ряду от долихо- к брахикранной форме черепа. При этом зарегистрировано снижение симметрии изогнутости дуги надглазничного края.

4. Впервые проведено комплексное исследование лобной пазухи и надглазничного края лобной кости. Показаны их морфометрические характеристики, топографо-анатомические отношения и определена корреляционная связь их линейных и пространственных параметров.

Научно-практическая и теоретическая значимость

1. Выявленные в результате исследования морфологические особенности надглазничного края лобной кости и лобной пазухи значительно расширяют представление о нормальной анатомии черепа человека. Данные о вариантной анатомии выбранных анатомических образований и их соотношений могут быть использованы в анатомических, антропологических исследованиях и судебно-медицинской экспертизе.

2. Разработано и апробировано устройство для антропологических измерений, позволяющее расширить диапазон измерительных возможностей, в частности, определение линейных и угловых параметров нестандартных анатомических отверстий, например, входа в глазницу, при серийных измерениях путем создания стандартных условий; упростить процесс измерения («Устройство для антропологических измерений» – патент РФ №172146, 2017.06.29).

3. Полученные в результатах исследования достоверные данные о соотношениях между параметрами висцерального черепа могут быть использованы в судебно-медицинской практике и антропологии при пластической реконструкции лица.

4. Исследование носит фундаментально-теоретический характер, но, вместе с тем, его результаты возможно использовать в качестве анатомического субстрата для проведения хирургических доступов к структурам передней черепной ямки при нейрохирургических операциях, а также в ринопластике.

Методология и методы исследования

Выполнение работы базируется на принципах и требованиях классических краниологических исследований. Проведение исследований с краниологическим материалом выполнено в соответствии с нормами действующего законодательства и принципами медицинской этики.

В работе были применены стандартные краниологические методы, описанные в соответствующих руководствах и оригинальные методы, предусматривающие определение новых параметров, в том числе метод цифровой фотограмметрии. Полученные результаты исследований подвергались статистической обработке и анализу.

В ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России имелось специализированное технологическое оборудование и материалы, что позволило выполнить поставленные цели и задачи. Исследование было одобрено Локальным Этическим Комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (протокол №6 от 14.02.2017).

Основные положения, выносимые на защиту

1. Надглазничный край лобной кости человека обладает выраженной анатомической изменчивостью своей пространственной организации. Большинство линейных, угловых и расчетных параметров обладают статистически достоверной корреляцией с формой черепа.
2. У взрослого человека не обнаружено достоверных половых и возрастных особенностей морфометрических характеристик надглазничного края лобной кости.
3. Ротация надглазничного края оказывает влияние на его форму: чем менее ротирован надглазничный край, тем более выражен его изгиб.
4. При всем анатомическом разнообразии строения лобной пазухи человека ее основные формы могут быть соотнесены с особенностями пространственного расположения надглазничного края лобной кости.

Достоверность результатов и апробация работы

Достоверность полученных результатов основывается на использовании достаточного объема исследованного материала, методах исследования, адекватных для поставленных задач, статистических методов обработки информации.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Современная медицина: традиции и инновации» (Ставрополь, 2016); Международной научно-практической конференции «Современная медицина: актуальные вопросы, достижения и инновации» (Пенза, 2016); Заочної науков-практ. Конф. з міжнародною участю, присвяченої 150-річчю з дня народження професора М.Ф. Мельникова-Разведенкова (Харьков, Украина, 2016); III Всероссийской 14-й межрегиональной с международным участием научной сессии молодых ученых и студентов «Современное решение актуальных научных проблем медицины» (Н. Новгород, 2017); II Международной научно-практической конференции «Современная медицина: традиции и инновации» (Екатеринбург, 2017), научно-практической конференции «Весенние анатомические чтения», посвященной памяти доцента Дмитрия Дмитриевича Смирнова (Гродно, Беларусь, 2017), Всероссийской научной конференции с международным участием «Фундаментальные и прикладные аспекты морфогенеза человека» (Оренбург, 2017); научной конференции, посвященной 145-летию со дня рождения В.Н. Шевкуненко (Санкт-Петербург, 2017); международной научно-практической конференции «Единство науки, образования и практики медицине будущего» (Москва, 2018), VIII съезде научного медицинского общества анатомов, гистологов и эмбриологов России (Воронеж, 2019), научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Республики Беларусь, лауреата Государственной премии Республики Беларусь, профессора П. И. Лобко (Минск, Беларусь, 2019).

Публикации по теме работы

По теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 5 оригинальных статей – в журналах, включенных в перечень Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации и рекомендуемых для публикации материалов диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, а также 1 патент РФ на полезную модель.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 129 страницах машинописного текста (собственного текста 111 страниц), содержит 18 таблиц и 36 рисунков, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, трех глав результатов собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка литературы, включающего 150 источника, в том числе, 49 отечественных и 101 зарубежных.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Основные научные положения диссертации соответствуют паспорту специальности 14.03.01 – Анатомия человека, а именно: п.1. Исследование строения, макро- и микро топографии органов, их отделов, различных структурных компонентов у человека; п.2. Определение нормативов строения тела, его частей, органов, их компонентов (в условиях нормы) с учетом возрастнo-половой и другой типологии; п.3. Анализ и градация разнообразных вариантов, индивидуальных особенностей и аномалий организации тела человека; п.4. Определение анатомических преобразований тела, его частей в онтогенезе; п.8. Исследование строения тела живого человека с применением разнообразных клинических и инструментальных факторов.

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационного исследования внедрены в учебный процесс кафедры анатомии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России, а также кафедры гистологии, патологической анатомии и медицинской генетики ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России.

Личный вклад автора

Автор лично проводил краниологические исследования, применял краниоскопические и краниометрические методы при изучении структур черепа, участвовал в разработке и апробации устройства для антропологических измерений. Выполнял обработку полученных данных и анализ результатов собственных исследований. Автор принимал непосредственное участие в написании статей и тезисов, их подготовке к публикации в научных изданиях, участвовал в качестве докладчика на всероссийских и международных конференциях.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Морфологическая характеристика надглазничного края лобной кости в структуре глазницы

Глазница (orbita) представляет собой костную пирамиду с четырьмя стенами: крышей (верхняя стенка), боковой, нижней и медиальной стенкой.

Основанием пирамиды является вход в глазницу, который имеет прямоугольную форму, направлено вперед и немного сбоку. Длинные оси оснований глазницы сходятся назад и вверх от sella turcica. Вход в глазницу имеет ширину 4 см и высоту 3,5 см и вращается в поперечном направлении. Из-за этого бокового вращения глазничный край находится приблизительно на экваторе глазного яблока, что делает глазное яблоко относительно открытым в боковом направлении. Геометрия орбиты такова, что она расширяется до максимального размера в 1 см за краем глазницы. Вершина орбитальной пирамиды расположена на 44–50 мм сзади и содержит важные сосудисто-нервные структуры, втиснутые в очень узкое пространство. Медиальные стенки глазницы параллельны, располагаются приблизительно на расстоянии 2,5 см друг от друга и разделены парными придаточными пазухами носа – лабиринтами решетчатой кости.

Вход в глазницу обычно имеет форму вертикально или горизонтально расположенного овала, иногда описывается четырехугольник с округленными краями. В большинстве краниометрических исследованиях глазницы ее наружные контуры характеризуются глазничным коэффициентом (глазничный указатель), характеризующийся двумя основными линейными параметрами – шириной и высотой глазницы. Выделяют 3 категории глазничного указателя: хамеконх (65,1–78,7 у.е.), мезоконх (78,8–84,3 у.е.) и гипсиконх (84,4–98,0 у.е.)

По отношению к фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостям наблюдается косое расположение входа в глазницу, при этом, более кзади отодвинут латеральный край глазницы, а верхний заметно выступает вперед. Следовательно, относительно фронтальной плоскости наблюдается

наклон входа в глазницу, а относительно сагиттальной плоскости – открытость глазницы. Данный факт указывает на то, что общепринятое понимание о геометрии входа в глазницу как об основании усеченной пирамиды, заметно упрощено. Наклон входа в глазницу – это положение входа в глазницу по отношению к фронтальной плоскости. Открытость глазницы – положение входа в глазницу по отношению к сагиттальной плоскости, проведенной через его медиальный край (точку mf).

И.В. Гайворонский (2012) предложил объединить «наклон» входа в глазницу и «открытость» глазницы в единое понятие – «пространственная организация входа в глазницу», установив, что в боковых отделах открытость глазницы имеет значительные различия, при условии идентичности наклона правой и левой глазниц.

Результаты исследования показали, что на положение входа в глазницу относительно фронтальной плоскости не влияют ни форма входа в глазницу, ни форма лицевого черепа. При этом авторы отмечают, что глазница – пограничная структура, и анатомические структуры, ее формирующие, относятся как костям мозгового черепа, так и к костям лицевого черепа, которые развиваются из разных источников, что, вероятно, и оказывает влияние на вариабельность положения входа в глазницу [11,12].

Проведенное исследование М.П. Кирилловой (2013) показало значительную вариабельность размеров, формы и пространственной организации входа в глазницу, а также наличие признаков полового диморфизма. Авторами была введена классификация форм входа в глазницу: по форме – округлая, четырехугольная; по соотношению ширины и высоты глазницы – примерно равное и преобладание ширины; по разновидности – круглая, овальная, овоидная, квадратная, прямоугольная, трапецевидная [22,23]. Результаты данного исследования глазницы показали, что вход в глазницу в 62,5 % случаев имеет угловатые очертания (квадратные, прямоугольные, трапецевидные формы), в 37,5% случаев – округлые (круглые, овальные, овоидные формы). Определены три формы

межглазничного пространства – трапециевидная, х-образная, прямоугольная. Площадь входа в глазницу у женщин была значительно меньше, чем у мужчин, разница составила 8,3%. Изучая ротацию входа в глазницу и определив возможные степени ротации (слабая, сильная), авторы связали данный параметр с направлением надглазничного края.

Описание половых особенностей пространственной организации входа в глазницу показало, что для женщин характерны средние и малые значения наклона входа в глазницу, средняя и низкая открытость для правой глазницы, средняя и высокая открытость для левой глазницы. Для мужчин характерны средние и большие показатели наклона входа в глазницу, средняя и высокая степень открытости левой глазницы, низкая степень открытости для правой глазницы. В 33% наблюдений отмечалась выраженная двухсторонняя асимметрия, как у мужчин, так и у женщин.

Медиальная стенка приблизительно прямоугольная и простирается от переднего слезного гребня лобного отростка верхней челюсти до вершины орбиты. Спереди он содержит слезную ямку, ограниченную передним и задним слезными гребнями. Последний представляет собой четко очерченный гребень на тонкой слезной кости, который образует часть боковой стенки носа и лежит над корнем средней носовой раковины. Подавляющее большинство медиальной стенки состоит из глазничной пластинки решетчатой кости. Эта тонкая, как бумага, кость, покрывающая придаточную пазуху носа, способствует распространению инфекции, в случае синусита, на орбиту с образованием субпериостального абсцесса.

Переломы глазничной пластинки легко образуются вследствие тупой травмы глазницы. Также глазничная пластинка решетчатой кости может повреждаться в ходе оперативных вмешательств на решетчатой кости, подвергая глазницу риску случайного хирургического повреждения.

Толстая кость тела клиновидной кости образует самую заднюю часть медиальной стенки глазницы, примыкающую к зрительному каналу. Медиальная стенка сочленяется с крышей у лобно-этмоидального шва, который

обозначает верхнюю границу безопасного удаления кости при декомпрессии медиальной стенки. Удаление кости над этим швом сопряжено с риском утечки спинномозговой жидкости из-за обнажения твердой мозговой оболочки лобной доли. Медиальная стенка сочленяется с нижней стенкой на челюстно-этмоидальном шве.

Нижняя стенка глазницы имеет треугольную форму и постепенно отклоняется вверх, является крышей верхнечелюстной пазухи, образована глазничной пластинкой верхней челюсти, глазничной поверхностью скуловой кости (ее переднелатеральной частью) и небной костью, посредством нижней глазничной щели отделена от латеральной стенки. Нижняя стенка глазницы относительно тонкая и легко ломается, а также, обычно удаляется при декомпрессии.

Латеральная стенка, самая толстая из стенок орбиты, образована большим крылом клиновидной кости сзади и скуловой костью спереди, отделена от нижней стенки глазницы нижней глазничной щелью, а от верхней стенки (крыши) – верхней глазничной щелью и фронтосфеноидальным швом.

Верхняя стенка (крыша) глазницы почти целиком состоит из лобной кости с небольшим вкладом малого крыла клиновидной кости. Она имеет ребристую выпуклую верхнюю поверхность, которая образует дно передней черепной ямки. Левая и правая крыши глазницы опускаются посередине к решетчатой пластинке. Орбитальная крыша очень прочная и редко разрушается.

Хорошее знание нормальной анатомии глазницы, а также ее вариантов, имеют решающее значение для любого хирургического вмешательства. Следует подчеркнуть, что антропометрические измерения, выполненные перед операцией, могут предоставить хирургу полезную информацию о фактических различиях, с которыми можно столкнуться в данном конкретном случае.

Краниометрию глазницы проводили как отечественные, так и зарубежные ученые. Несмотря на некоторые различия в методологии, измеренные линейные параметры глазницы и черепа, как правило, сопоставимы у разных авторов.

Среднее расстояние от глазничного входа до вершины орбиты у I. Danko et al. (1998) было $44,1 \pm 1,4$ мм посередине, $38,3 \pm 3,0$ мм сбоку, $44,5 \pm 1,72$ сверху и $39,4 \pm 2,9$ мм снизу [74]. Расстояние от подглазничного отверстия до нижней глазничной щели и нижней точки зрительного канала составил $31,9 \pm 3,9$ мм и $50,3 \pm 3,2$ мм соответственно. Расстояния от надглазничного отверстия до середины верхней глазничной щели и верхней точки зрительного канала составляли $45,7 \pm 3,6$ мм и $45,3 \pm 3,2$ мм соответственно. Расстояния от лобно-скулового шва к верхней глазничной щели, латеральной точке зрительного канала и нижней глазничной щели были $37,7 \pm 3,6$ мм, $44,9 \pm 2,5$ мм и $33,4 \pm 3,1$ мм соответственно. Исследование продемонстрировало некоторые различия между мужскими и женскими черепами. Параметры правой и левой глазниц, такие, как площадь, окружность, радиус, выемка, отклонение от округлости были статистически значимыми более высокими показателями в мужском черепе.

С.А. Дубина и Э.Ф. Баринов (2014) изучили связь морфометрический показателей глазницы с краниотипами [3,15]. Статистически достоверно длина медиальной стенки глазницы увеличивается от брахицефалов к долихоцефалам. Ширина входа в глазницу, а также длина нижней, латеральной и верхней стенок статистически достоверно уменьшается от мезоцефалов к брахицефалам. Высота входа в глазницу не показала статистически достоверных отличий между краниотипами. Обнаружено статистически достоверное уменьшение угла между латеральной и медиальной стенками глазницы от брахицефалов к долихоцефалам.

В работе С.А. Сидорович (2010) полученные данные по ширине, высоте, глазничного входа, глубине глазницы соответствуют имеющимся в литературе, однако, сравнивая два метода определения объема глазницы – по формуле и при помощи гипсового слепка – было обнаружено, что объем глазницы определенный по формуле, был достоверно меньше объема, рассчитанного при помощи гипсового слепка [37].

Данный факт позволил авторам внедрить в формулу поправочный коэффициент, что позволяет с высокой степени точности вычислить объем

глазницы, зная только два параметра – высоту и ширину, которые легко определяются на рентгенограмме. Глазничный край обычно имеет форму спирали. Нижний глазничный край продолжается в передний слезный гребень, в то время как верхний продолжается вниз в задний слезный гребень. Таким образом, слезная ямка лежит на орбитальной границе. Обычно ширина глазницы больше высоты; связь между ними определяется орбитальным (глазничным) индексом ($\text{Орбитальный индекс} = \frac{\text{Высота орбиты} \times 100}{\text{Ширина орбиты}}$), который варьируется в зависимости от рас человечества:

1. Megaseme (большая глазница). Орбитальный индекс равен 89 и более. Этот тип характерен для желтых рас. Форма входа в глазницу круглая.
2. Mesoseme (средняя глазницы). Орбитальный индекс от 89 до 83. Этот тип встречается у белых рас).
3. Microseme (маленькая глазница): орбитальный индекс 83 или меньше. Этот тип характерен для черных рас. Вход в глазницу имеет прямоугольную форму.

Проводились исследования корреляции между параметрами глазницы и черепа в целом. Глубина глазницы и минимальное расстояние между передним слезным гребнем и зрительным каналом положительно коррелировала с длиной черепа. Расстояние между лобно-скуловым швом и зрительным каналом имело положительную корреляцию с высотой черепа и шириной глазницы.

Рассчитанные средние величины позволили авторам вывести эмпирические формулы для потенциального прогнозирования расстояния между важными структурами глазницы и топографическими точками на входе в глазницу на основе размеров черепа, которые легко измеримы, и сделали заключение, что фактические расстояния внутри глазницы могут быть определены на основе пола, длины и высоты черепа, ширины глазницы.

Ряд исследователей изучали корреляционную связь линейных параметров глазницы с ее формой, а также с формой черепа и лица [20,48]. Данные исследования позволили выработать практические рекомендации при моделировании хирургических доступов. Так, при долихоцефалии наиболее

рациональным является доступ к ретробульбарному пространству через латеральную стенку глазницы из полости височной ямки, в случае брахицефалии – через нижнюю стенку из полости верхнечелюстной пазухи, так как именно такие доступы при такой конкретной форме черепа обеспечивали сравнительно небольшую глубину операционной раны и большие углы операционного обзора.

Цифровой анализ глазницы является современной проблемой, но в современной антропологической литературе он недостаточно подчеркивается. Изменчивость формы глазницы и, особенно, входа в глазницу, имеет решающее значение для антропологов и челюстно-лицевых хирургов. Было предпринято много попыток проанализировать глазницу, изменчивость ее положения, формы и объема с помощью различных инструментов. До сих пор глазница измерялась с помощью классической антропометрического инструмента. Эти классические измерения обременены ошибками [137], возникающими из-за конструкции применяемых инструментов (объективная ошибка) и из-за опыта исследователя (субъективная ошибка). Компьютерные технологии позволяют оптимизировать краниометрию в современных условиях, например, таким способом как создать приложение, основанное на цифровом анализе, позволяющее получить точные и повторяемые измерения глазниц. Все исследования, основанные на морфометрических характеристиках, полученных в результате цифрового преобразования изображений, обеспечивают более объективные данные по сравнению с классической антропометрической измерительной техникой. Кроме того, у цифрового анализа также есть преимущество более быстрого и упрощенного вычисления. В литературе имеются данные в пользу эффективности цифровых методов по сравнению с классическими.

В исследовании С.А. Lascala et al. (2004) измеряли черепа с помощью классических краниометрических методов с использованием штангенциркуля, затем черепа сканировали с использованием специального метода

компьютерной томографии [107]. Это исследование подтвердило цифровую эффективность измерения наружной поверхности черепа.

L.G. Farkas et al. (2002) сравнил результаты антропометрических методов (прямой) и цефалометрических (косвенный). Из-за анатомических свойств глазничного края, особенно его скуловой части, было определено, что погрешность измерения может превышать 1 мм [76].

С целью более точного планирования операций для анализа морфометрических характеристик предлагается так же использовать трехмерную компьютерную томографию. По данным трехмерной компьютерной томографии средние морфометрические значения глазницы у азиатов были следующими. Глубина глазницы составляла 49,6 мм от зрительного отверстия до нижнеглазничного края (нижняя глубина) и 41,32 мм от зрительного отверстия до слезного гребня (медиальная глубина). Передняя и задняя высота медиальной стенки глазницы составляла 17,73 и 12,76 мм соответственно. Медиальная, средняя и латеральная длина нижней стенки составляли 39,08, 29,56 и 20,08 мм соответственно. Передняя и задняя ширина нижней стенки составила 21,87 и 12,00 мм соответственно. Значения угла между медиальной и нижней стенками в переднем, среднем и заднем отделе глазницы составили 132,11°, 126,24° и 136,88° соответственно. Глубина глазницы, средняя высота входа в глазницу, длина нижней стенки в данном исследовании имели тенденцию к увеличению со старением, тогда как ширина нижней стенки имела тенденцию к уменьшению при старении. Не было обнаружено существенных различий с точки зрения латеральности (левая/правая глазницы) и показатели были больше у мужчин.

Несмотря на многочисленные исследования анатомии глазницы, в доступной литературе нам не удалось обнаружить каких-либо достоверных сведений об анатомической вариабельности надглазничного края и ее связи с полом, возрастом человека, а также особенностями формы черепа.

1.2. Клиническое значение анатомии верхней стенки глазницы

Глазница проходит сложный эмбриогенез, вследствие чего она формируется не только как вместилище зрительного анализатора, но и как одна из центральных коммуникационных конструкций черепа, которая сообщается с многочисленными областями и анатомическими структурами мозгового и лицевого черепа, в том числе с передней черепной ямкой. Патологические процессы, формирующиеся изначально в передней черепной ямке, в самой глазнице или развивающиеся в них вторично как осложнения и проявления заболеваний рядом расположенных органов, характеризуются широким полиморфизмом опухолевых и воспалительных заболеваний, а также травм. В то же время, любое оперативное вмешательство на головном мозге представляет собой действие изначально высокого риска, так как выполняется на органе, обеспечивающем, в частности, психическую деятельность человека и, в целом, регулирующем все функции организма.

Основоположник нейрохирургии Николай Нилович Бурденко еще в 1935 году сформулировал принцип нейрохирургии, в основу которого легли анатомическая доступность, техническая возможность операции и физиологическая дозволенность в совокупности с наименьшей травматизацией мозговой ткани и тщательнейшим гемостазом. И в настоящее время вся суть решения вопроса о хирургическом доступе к структурам головного мозга кроется в правильном сочетании низкой травматичности и максимальной доступности.

Особенно остро стоит проблема потенциальной травматичности мозговой ткани при проведении манипуляций на анатомических образованиях передней черепной ямки, что обусловлено, во-первых, локализацией в пределах передней черепной ямки лобных долей головного мозга, в которых располагаются важные двигательные, речевые, обонятельные и другие центры; во-вторых, топографо-анатомическими взаимоотношениями передней черепной ямки со структурами глазницы и лобной пазухой; в третьих, частотой травмы лобно-лицевой, области; в четвертых, высокой частотой

заболеваний структур передней черепной ямки (опухоли мозга и его оболочек, субдуральные гематомы, аневризмы и т.д.) [10].

Первые операции при внутричерепной патологии сталкивались с проблемами недостаточного освещения, отсутствием инструментов, точных методов диагностики и, как следствие, сопровождались выполнением обширных краниотомий.

Субфронтальный и трансфронтальный доступы впервые были описаны J. Durante в 1884 г. Автор использовал эти доступы для резекции ольфакторной менингиомы. Первое описание супраорбитального субфронтального и трансфронтального доступов представлено F. Krause в 1909 г. [105].

M. Brock et al. в 1978 г. опубликовали опыт хирургического лечения аневризмы сосудов передней черепной ямки из ограниченного фронто-латерального доступа [69].

В 1982 г. J. Jane et al. представили описание супраорбитального доступа при аневризмах и новообразованиях области зрительного перекреста и орбиты [142].

O. Al-Mefty et al. (1987) для доступа к опухолям передней области основания черепа выполняли супраорбитально-птериональный доступ, дополняя его остеотомией верхней и латеральной стенок орбиты [57].

Позже J. Delashaw et al. (1992) модифицировали этот доступ, ломая крышу глазницы, либо дополняя краниотомию распространением в височную область [75,132]. R. Delfini (1992) выполнял супраорбитальную краниотомию с отдельным выпиливанием верхней стенки глазницы [54].

В 2002 году был предложен микродоступ по типу “замочной скважины” (“keyhole”), разработанный А. Пернецки. В специальной литературе в последнее время отмечается рост публикаций, описывающих такого рода доступы через лобную область, среди которых следует отметить миниинвазивную супраорбитальную краниотомию [5,10,21,41,45,71,91,133,145].

Развитие современного направления минимально инвазивной нейрохирургии, в том числе с эндоскопической ассистенцией, особенно в хирургии внутричерепных опухолей, все больше привлекает своих сторонников, несмотря на имеющиеся споры о преимуществах и недостатках.

При использовании миниинвазивного доступа размер разреза кожи и размер трепанационного окна уменьшаются, следовательно, уменьшается разрез твердой мозговой оболочки и длительность статической ретракции мозговой ткани, снижается кровопотеря, длительность наркоза и операции, улучшается эстетический эффект, как следствие, уменьшается выраженность болевого синдрома в послеоперационном периоде и размер послеоперационного рубца.

Следовательно, краниотомия должна быть насколько возможно мала, но при этом и достаточно велика, чтобы безопасно и максимально эффективно достичь цели оперативного вмешательства.

Однако, несмотря на значительные плюсы, такие доступы требуют особой индивидуализации оперативных вмешательств, а также необходимость детализации и тщательного изучения взаимоотношения всего спектра индивидуальной изменчивости морфологии анатомических структур глазницы, например, надглазничного края лобной кости, с учетом вариабельности строения близлежащих структур черепа, в частности, лобной пазухи, в том числе с учетом типологии черепа.

Несмотря на все современные способы и подходы, оперативные доступы через лобную кость всегда сопряжены с опасностью повреждения лобной пазухи, что в нейрохирургической практике является нежелательным. Нарушение ее целостности может приводить к таким послеоперационным осложнениям как менингит, риносинусогенная инфекция, абсцесс мозга, назальная ликворея, возникшая вследствие негерметичного закрытия лобной пазухи и требующая повторного оперативного вмешательства, инфицирование костного лоскута.

Доступ к передней черепной ямке через лобную пазуху, выполняемый путем костнопластической трепанации передненижних отделов лобной пазухи, позволяет подойти к патологическому процессу и удалить его с минимальной тракцией лобных долей и хорошим обзором передних отделов сосудов виллизиева круга, зрительных нервов и зрительного перекреста.

Главным критерием выбора доступа к патологическим образованиям передней черепной ямки через лобную пазуху являются, кроме локализации и распространенности опухолевого процесса, достаточное развитие и размеры лобных пазух. Кроме того, большая лобная пазуха ограничивает размеры трепанации и вынуждает хирурга выполнить трепанацию более латерально, изменяя траекторию доступа, что может существенно затруднить доступ к сложным аневризмам. В.А. Черкаев и А.Г. Винокуров (2004) определили минимальную высоту лобной пазухи, равную 3 см, для выполнения транссинусофронтального доступа к структурам передней черепной ямки [44].

Анатомо-топографическое обоснование оптимизации диагностических и оперативно-технических задач является одним из прикладных направлений учения об индивидуальной анатомической изменчивости. В связи с развитием макромикроскопических хирургических и диагностических технологий возникла необходимость более детального изучения всего спектра индивидуальной изменчивости морфологии, в частности надглазничного края глазницы и прилегающих областей черепа, например, лобной пазухи.

Как видно из представленного обзора, основное внимание исследователей сосредоточено не на поиск анатомических связей между надглазничным краем и лобной пазухой, а на способах доступа к пазухе или полости черепа.

1.3. Сведения о морфологических характеристиках *sinus frontalis*

Наличие заполненных воздухом пространств в черепе позвоночных привлекало внимание анатомов на протяжении веков. Лобную пазуху впервые начали изучать в XIX веке и интерес к ее морфологии не ослабевает.

Более выгодное анатомическое расположение лобных пазух объясняет более редкое их поражение, при сравнении с общей заболеваемостью околоносовых пазух. Однако, воспалительный процесс в них протекает значительно тяжелее, с возможными (до 3%) внутриорбитальными и внутричерепными осложнениями, что объясняется значительной вариабельностью строения лобных пазух и, следовательно, разнообразием клинических проявлений патологического процесса в них.

В отличие от других пазух, лобная пазуха при рождении отсутствует и начинает формироваться в виде двух небольших карманов в форме гороха, расположенных над глазницами с обеих сторон остеометрической точки глабеллы у людей в возрасте двух лет. Однако, они часто не видны рентгенологически до возраста приблизительно шести лет. Рост продолжается в период полового созревания, простираясь за среднюю часть надбровного гребня и по направлению к средней части верхней стенки глазницы. Рост прекращается в возрасте около 20 лет, когда форма и размеры пазухи становятся стабильными.

Механизмы, которые отвечают за развитие и расширение лобной пазухи, строго регулируются. На развитие влияют как расширение мозга, так и рост средней части лица. Череп быстро растет с рождения до семи лет, чтобы компенсировать быстрый рост мозга. Когда рост мозга замедляется примерно в шесть лет, внутренняя пластинка лобной кости перестает расти и принимает общую форму мозга. Этот период роста объясняет начальные стадии развития лобной пазухи.

Второй период быстрого роста черепа происходит в начале полового созревания. Несмотря на то, что наблюдается рост во всех направлениях черепа, этот период обычно ассоциируется с быстрым ростом средней части лица. В течение этого времени назомаксиллярный комплекс лица реконструируется и смещается вперед и вниз, а внутренняя пластинка лобной кости смещается аналогичным образом. Это смещение вызывает дальнейшее разделение между наружной и внутренней пластинками лобной кости. Диплоэ

между пластинками рассасывается, что обеспечивает рост пазухи. Расширение продолжается до тех пор, пока синус не займет все пространство между двумя костными пластинками.

Лобная пазуха, по результатам исследований многих ученых, – самая переменчивая околоносовая пазуха в структуре черепа человека. Форма ее уникальна для каждого человека, нет двух одинаковых лобных пазух [24,128].

Исследования А.Т. Uthman в 2010 году монозиготных близнецов также показали, что форма лобного синуса может значительно отличаться [83].

Факт изменчивости лобных пазух подтверждается многими исследованиями, проведенными в разное время и в разные периоды развития анатомии и медицины в целом [31,34,61].

В своей знаменитой книге 1543 года «*Di Humani Corporis Fabrica*» Андреас Везалий описал лобную пазуху как пещеру, наполненную воздухом [148].

Фаллопий, один из учеников Везалия, подробно описал синус, ссылаясь на их отсутствие у новорожденных, сообщает, что лобные пазухи представляют собой анатомические структуры, встречающиеся только у человека и у некоторых крупных африканских обезьян. Такие факты привлекают внимание к анатомическому сходству между двумя видами.

А.А. Schuller (1943) подтвердил в рентгенологических исследованиях, что лобные пазухи у мужчин значительно больше, чем у женщин, и подчеркнул, что наличие метопического шва связано с отсутствием лобных пазух [128].

С. Libersa и М. Faber (1957) отметили, что лобные пазухи обычно появляются на третьем году жизни [108].

W.M. Krogman (1962) сообщает, что лобная пазуха является расширением полости носа, развивается после второго года жизни и постепенно увеличивается до возраста 20 лет [106].

S. Porbonikova (1974) провела исследование с использованием 720 рентгенограмм у детей и подростков 1 – 13 лет путем оценки роста лобного синуса [123]. Она отметила, что рост пазухи начинается в возрасте 13 месяцев

одинаково у обоих полов и продолжается до возраста 20 лет, когда параметры начинают расходиться. У девочек наблюдался горизонтальный рост синуса, в то время как мальчики показывают вертикальное увеличение пазух. Помимо этого, она наблюдала больший рост левого синуса по сравнению с правым.

Согласно данным В.В. Бунака (1959), образованию лобной пазухи предшествует изменение структуры надносового участка лобной чешуи; наружная пластинка отделяется от внутренней, диплоэ разрезается и в него внедряется с каждой стороны одна из передних решетчатых ячеек [4].

Поскольку каждая лобная пазуха является дериватом одного из решетчатых лабиринтов, В.С. Майкова-Строганова и Д.Г. Рохлин (1955) считают, что ассиметричное развитие лобных пазух связано с тем, что обе пазухи представляют самостоятельные образования [26].

Используя методы виртуальной краниометрии, как альтернативу классическим методам краниометрии, В.Н. Кучмин (2018) изучал закономерности размеров и объема лобных пазух в связи с возрастом и половой принадлежности [25]. Так, им были выявлены достоверно большие размеры лобных пазух у мужчин в первой возрастной группе и статистически неразличимые размеры пазухи у людей разных полов во второй возрастной группе.

О.А. Каплунова (2018) изучала корреляционную связь толщины губчатого вещества свода черепа, а также типа мозгового и лицевого отдела черепа с объемом околоносовых пазух в целом и лобной пазухой в частности. В данном исследовании у черепов с широким лицевым отделом и с брахикранным типом мозгового отдела выявлен максимальный объем лобных пазух и преобладание большего размера слева [28].

Также, связь анатомической изменчивости лобной пазухи с формой черепа изучали А.А. Виноградов и О.В. Худякова (2011) [43].

Такие результаты согласуются с данными, полученными А.Г. Волковым (2000) с помощью рентгенологического метода исследования [8], при котором было отмечено, что равномерное и в течение всей жизни развитие лобной

пазухи происходит у женщин, что не подтверждается результатами исследований О.А. Каплуновой (2017), которые свидетельствуют о неравномерном формировании лобной пазухи у женщин в течение всей жизни [30].

Возрастные изменения пневматизации лобных костей изучили С.В. Сергеев и Е.С. Григорькина (2013). В 4,1 % случаев было выявлено полное одностороннее отсутствие лобной пазухи, причем, чаще с правой стороны; в 3,2% двустороннее отсутствие пневматизации лобной кости.

Наиболее значительный рост в высоту у лобной пазухи отмечен в возрасте 8-12 лет, в возрастных группах 36-60 и 61-75 лет высота лобной пазухи имеет тенденцию к уменьшению в вертикальном направлении и одновременное увеличение переднезаднего направления [36].

В целом, в данном исследовании отмечено неравномерное развитие полости пазухи, в то время как толщина передней стенки в центре пазухи стабильна 2-3 мм. Увеличиваясь в размерах по ширине и высоте, глубина пазухи увеличивается только в базальных отделах.

Связь формирования околоносовых пазух с развитием и ростом головного мозга предполагают И.С. Пискунов и В.С. Пискунов (2011) [35].

Более выраженную пневматизацию в черепях с толстым и крупноячеистым диплоэ и с тонкой компактной пластинкой наблюдают В.С. Сперанский и А.И. Зайченко (1980) [39].

А.Н. Емельянова, изучив в 2011 г. более 13000 рентгеновских снимков лобной пазухи, подтверждает факт отсутствия лобных пазух до 3-х лет, начало формирования лобных пазух в 4–7 летней возрасте, причем, у 20% отмечено изначально ассиметричное формирование, одностороннее развитие лобной пазухи наблюдалось у 5,3%, а полное их отсутствие – у 6,7%, гипергенезия лобной пазухи, при которой лобная пазуха вызывает деформацию лобной кости и распространяется в соседние кости наблюдалась в 8,7% случаев [33].

Для совершенствования методов исследования лобной пазухи в ринопластики, разработки новых и коррекции существующих

нейрохирургических доступов, в том числе эндоскопических, к анатомическим образованиям передней черепной ямки требуются данные об изменчивости форм лобной пазухи, половой и возрастной ее изменчивости, взаимосвязи с рядом находящимися структурами лицевого черепа.

До внедрения в медицинскую практику лучевых методов исследования, изучение анатомии лобной пазухи производилось на мацерированных черепах и трупном материале. Данные методы ограничивали возможности исследования глубоких структур черепа. С появлением неинвазивных методов медицинской визуализации, таких как рентгенография, компьютерная томография, стало возможным детально проанализировать эти сложные трехмерные структуры [27,34].

Комплексные морфологические методики исследования лобных пазух, такие, как рентгенологический, остеоскопический, остеометрический, выявляющие индивидуальные признаки строения и расположения лобных пазух могут служить для составления алгоритмов идентификации личности в судебно-медицинской практике [14,32,40,147]. Вместе с тем, в доступной научной литературе последний лет не обнаружено публикаций результатов исследований, направленных на поиск взаимоотношений между степенью развитости лобной пазухи и особенностями биомеханических процессов в черепе человека.

1.4. Место *sinus frontalis* в структуре черепа

Череп, как хрупкая и в то же время пластическая костная конструкция, защищает от внешних воздействий головной мозг. Прочностные характеристики, являющиеся производным, как отдельных костей черепа, так и их соединений, образующих единый комплекс, влияют на деформации и потенциальные разрушения, представляющие собой единый процесс с единым механизмом образования.

Кость может быть отнесена к полимерным материалам, которые физика полимеров рассматривает как конструкционный объект, разрушение которого

зависит от его конструкции, состоящей из элементов различных по своим деформационным задачам. В зависимости от деформационных свойств А.Б. Шадымов выделяет три элемента зоны прочности: «базальную», «шлем-зону» и промежуточную между ними «амортизационную». «Шлем» и «базальная» зона связаны балками прочности, образующие единый комплекс ребер жесткости – контрфорсы, принимающие внешнюю нагрузку и распределяющие ее на все отделы черепа. Функция перераспределения нагрузки и гашения полученной энергии, как функциональной (жевание), так и при травмах, ложится на «амортизационную» зону, в состав которой в передней части черепа входит лобная пазуха, которая, являясь концентратором напряжения, обычно ломается конструкционно [47].

Таким образом, костная структура черепа похожа на железобетонную конструкцию, представленной контрфорсами («арматурные решетки»), выраженность которых определяет рельефность черепа, а, следовательно, и профилированность (внешний облик) лица. Лицо с рельефными образованиями (надбровные дуги, скуловые кости, альвеолярные отростки), с выраженной профилированностью и с хорошо сформированными балками прочности во всех отделах характеризуется развитыми лобными пазухами, т.е. хорошо различимой «амортизационной» зоной. В противоположность, нерельефный череп определяется неразвитыми контрфорсами со слабовыраженной «амортизационной» зоной и мелкими лобными пазухами [46].

Одним из основных прочностно-деформационных свойств кости является ее кривизна, например, кривизна надглазничного края лобной кости. Более выраженная кривизна отражает и перераспределяет нагрузку на соседние участки, что при избыточной нагрузке спровоцирует формирование конструкционных переломов. Малая кривизна деформационный процесс локализует, увеличивая вероятность местных разрушений.

Особенности разрушения лицевого черепа и прилежащих отделов мозгового черепа при воздействии в центральные отделы нижней трети чешуи лобной кости с опорой на затылочную область связаны со степенью

выраженности лобных пазух [49]. В случае, когда лобные пазухи были хорошо выражены (боковые их границы доходили до средней трети надглазничных краев, верхняя более 4,0 см выше носолобного шва) ударное сдавливание сопровождалось формированием локального фрагментарно-оскольчатого перелома с его смещением в полость черепа. Также наблюдалось мелкооскольчатое разрушение верхней глазничной стенки и решетчатой кости.

В том случае, когда лобные пазухи были выражены слабо (боковые их границы располагались на уровне внутренней трети надглазничных краев, верхняя – менее, чем на 2 см выше носолобного шва) локальные переломы представляли собой относительно ограниченные трещины в виде центрального косопоперечного перелома и дугообразной с отходящими на свод черепа радиальными трещинами, а конструкционные – массивное разрушение центральной части передней черепной ямки, полное разрушение решетчатой кости и переломы костей лицевого скелета.

Воздействие на нижнюю треть лобной кости на уровне внутренней и средней третей надглазничного края черепа с хорошо развитыми лобными пазухами (боковая их граница доходит до средней трети верхнего глазничного края, верхняя располагается на 4,0 см выше носолобного шва) приводит к формированию в месте воздействия вдавленного почти сквозного перелома, конструкционного перелома тела верхней челюсти с распространением линий перелома по дну передней и средней черепных ямок.

При динамическом воздействии на уровне передних отделов височной ямки с опорой противоположной областью влияние выраженности лобных пазух не выявлено. В этих случаях образовывались локальный оскольчато-фрагментарный перелом, а также конструкционные переломы верхней челюсти на уровне основания скулового отростка и основания черепа (отрыв пирамид височных костей от крыльев основной кости, разрушение тела основной кости, решетчатой кости). При статическом сдавливании черепа в боковом направлении с воздействием силы на области височных поверхностей чешуи лобной кости (на уровне передней и средней третей височных ямок),

происходит формирование локальных переломов височных ямок, а также конструкционных переломов лицевого отдела черепа.

Вместе с тем, публикации, посвященные изучению биомеханических процессов в структуре целого черепа, не подвергнувшегося переломам, остаются единичными и представлены в основном в зарубежной литературе.

1.5. Исследования биомеханических особенностей черепа

По своему строению кости свода черепа имеют схожую структуру с прочими костями скелета: обладают выраженными кортикальными пластинками и губчатой частью между ними. Напротив, большинство костей средней части лица демонстрируют значительные изменения в своей толщине и структуре. И верхнечелюстная пазуха, и определенные части височной кости состоят только из тонкого слоя кортикальной пластинки. Как таковые, эти кости сравнительно хрупкие, они легко ломаются и измельчаются. Вместе с тем, структура лицевого черепа как целого позволяет ему противостоять силам удара, приложенным к средней зоне лица снизу, так как нижняя челюсть поглощает большую часть травмирующей энергии [95].

Однако средняя часть лица имеет очень низкую устойчивость к силам удара, прикладываемым с других направлений. Исследование А.М. Nahum et al. (1975) показали, что данный отдел лицевого черепа может быть сломан при приложении силы от одной пятой до одной трети от той, которая необходима для перелома нижней челюсти [114]. Силы удара, направленные с латеральной стороны по отношению к черепу, могут привести к сложным переломам скуловой кости и частичному или полному смещению отломков средней части лица. Силы, приложенные в горизонтальном направлении к средней части лица, могут привести к осколочным переломам, со сдвигом отломков костей средней части лица к основанию черепа [95].

Оценивая структуру кости, можно отметить, что кость – это композитный материал, состоящий из органической матрицы, которая усилена неорганическим компонентом. Органическая часть состоит из 90% коллагена,

преимущественно типа I, а остальные 10% являются неколлагеновыми белками. Неорганическая часть составляет приблизительно 65% костной структуры и состоит в основном из гидроксиапатита, в дополнение к соединениям магния, калия, хлора, железа и других [65,102].

На макроструктурном уровне кость взрослого человека классифицируется по плотности и пористости на два морфофункциональных типа: на кортикальную (плотную или компактную) и трабекулярную (губчатую или спонгиозную) кость. В зрелой форме взрослой кости большая часть кортикальной и трабекулярной кости состоит из пластинчатой кости. Пластинчатая кость имеет хорошо организованное расположение коллагеновых волокон. Ориентация этих коллагеновых пучков связана с механической функцией соответствующего участка кости [149]. Кортикальная кость обычно расположена вдоль наружных поверхностей костной трабекулярной сетки. Также существуют области в скелете человека, где кортикальная кость присутствует в виде отдельной структуры – стенки верхнечелюстной пазухи [93].

Толщина кортикальной кости в лицевом черепе может значительно варьировать по всей срединно-лицевой области и черепу. Сегодня толщину кортикального слоя можно измерить с помощью КТ-изображений, однако возможность получения точных данных толщины кортикального слоя бывает затруднена в очень тонких областях кости, таких как стенка верхнечелюстной пазухи, из-за ограниченного разрешения клинических сканеров.

Трабекулярная кость существует в виде взаимосвязанной сети разнонаправленных пластинок – трабекул. На ориентацию трабекулярной структуры влияет направление силы, приложенной к кости.

Эластичные свойства костной ткани могут быть измерены путем приложения силы к костным образцам, для которых можно количественно оценить изменения в длине. Эластичные свойства кости могут варьировать в зависимости от анатомического положения. Большое количество исследований было проведено для характеристики механических свойств как кортикальной,

так и губчатой кости [55,58]. Также было показано, что измеренные механические свойства кости могут изменяться в зависимости от типа используемого механического испытания. Установлено, что значения модуля Юнга (модуль продольной упругости материала) для образцов кортикальной кости может иметь диапазон значений от 7,1 до 28,2 ГПа на основании испытаний на растяжение и от 14,7 до 34,3 ГПа на основании испытаний на сжатие [122]. Были проведены соответствующие исследования свойств лицевых костей: скуловой, верхней челюсти, нижней челюсти и свода черепа [78,121,129]. Эти исследования показали, что значения модуля упругости в выбранных костях варьировали от 9,1 ГПа до 19,6 ГПа.

На сегодняшний день нет единой общей теории, которая бы связывала развитие, биомеханику и эволюцию черепа. Чтобы понять биомеханику лицевого отдела черепа, использовались разнообразные подходы к моделированию, включая физические модели, графические представления, аналитические модели, компьютерное моделирование, доклинические (*in vitro* и *in vivo*) модели и модели на трупах [50,66,73,100,101,143]. Во многих случаях модели были сфокусированы на изолированных областях морфологии черепа и их специфическом вкладе в общую функцию. Таким образом, лицевой череп часто рассматривали как совокупность анатомических систем со специфическими биомеханическими проблемами [135,136]. Применение любого из этих методов для изучения биомеханики лицевого черепа зависит от вопроса исследования. Различные комбинации этих подходов были использованы для преодоления ограничений, связанных с использованием отдельных методов [64,110,141].

Основы черепно-лицевой биомеханики были впервые заложены в 1953 году в ходе исследований В.К. Hall et al., посвященных изучению черепа, зубов и жевательных мышц у различных млекопитающих [94]. Его исследования связывают морфологические особенности черепа с его механическими возможностями, основанными на привычках питания. Примерно в то же время несколько теоретических работ были выдвинуты R. Tucker (1954) [146]. В этих

исследованиях R. Tucker исследовал взаимосвязь между актом жевания и механическим воздействием на череп. Он сообщил о наличии зон значительного напряжения в местах прикрепления мышц и височно-нижнечелюстном суставе, а также о возникновении зон напряжения в нижней и верхней челюсти под действием сил, возникающих при пережевывании твердой пищи. R. Tucker выделил две категории напряжений в черепе: ограниченные и рассеянные напряжения. Он отметил наличие рассредоточения напряжения в черепе при укусе и жевании: поверхности верхней и нижней челюстей увеличиваются, чтобы распределить нагрузку и рассеять ее, чтобы она оказывала локальное сопротивление конструкции. Описанные нагрузки были отнесены к напряжениям большой величины, которые возникают на небольших участках и должны передаваться в другие области черепа, чтобы противостоять им и не вызывать повреждений. Основываясь на этой классификации, R. Tucker описал исходные закономерности для направления и величины напряжений в лицевом черепе и установил, что их передача и рассеивание является основной функцией черепа взрослого человека.

Десять лет спустя, в 1965 году В. Endo попытался охарактеризовать схемы деформации, создаваемые в средней части лица жевательными мышцами и височными мышцами, посредством механических испытаний *in vitro*, проводимых на человеческих черепках [79,80]. В его исследованиях мышцы имитировали полоски холста, которые были наклеены в места прикрепления мышц, чтобы приложить силы к поверхности кости. Эндо сообщил сведения о наличии различных напряжений в области средней части лица, которые стали основой для современного понимания распределения нагрузки в этой области черепа. Для своего времени исследования В. Endo были уникальными, так как они проводились на человеческих черепках, а не черепках животных.

Однако, выводы В. Endo и R. Tucker не были проверены до конца 1980-х годов. В 1987 году J.C. Buckland-Wright провел исследование *in vivo*, в котором они измерили деформации костей у кошек во время моделирования работы их жевательных мышц [70]. Его исследования показали, что деформации,

вызванные действием жевательной мышцы, были выше, чем деформации, произведенные височной мышцей. Во время укуса в черепе регистрировали как растягивающие, так и сжимающие силы, но сжимающие силы преобладали.

При описании биомеханики костей лицевого черепа в литературе используют два основных структурных свойства кости: прочность и жесткость. Прочность – это мера способности кости выдерживать приложенные усилия без переломов. Жесткость является мерой устойчивости кости к упругой деформации под нагрузкой, то есть устойчивости к появлению и распространению трещин. При разработке теорий, описывающих механику лицевого черепа, было применено много упрощений в отношении его формы и режимов нагрузки. Три основные теории, которые использовались для описания биомеханики лицевого черепа, - это теория изгиба балок, теория опор (контрфорсов) и теория функциональной адаптации.

Поводом для применения теории изгиба балок к черепу явилась способность передавать нагрузки, проходящие через него, при относительном постоянстве положения всех его частей. Ранее попытки понять передачу силы и концентрацию напряжений с использованием теории балок были проведены A. Bilsborough et al. (1984) [86]. Теория балок основана на разработке моделей балок в различных конфигурациях с изгибающими моментами из нескольких положений прикуса, чтобы понять взаимосвязь между напряжением и прочностью в лицевом черепе. Теория балок была также использована для понимания биомеханического поведения всего черепа. Что оказалось возможным путем упрощения черепа до консольной балки с одним свободным концом и одним фиксированным концом [143]. Применение теории балок к отдельным компонентам лицевой области включало использование надглазничной области в качестве опорной балки во время работы резцом [80]. В этом исследовании теория балок использовалась для понимания изгиба надглазничного края во фронтальной плоскости. На основании этого предполагалось, что напряжение должно быть максимальным в средней

сагиттальной области и должно уменьшаться в боковом направлении, что объясняло его изогнутость.

Другие подходы к анализу биомеханического поведения черепа моделировали его лицевой отдел как идеализированный цилиндр [92]. Этот теоретический подход с использованием теории балок преследовал цель количественно оценить влияние формы на механические свойства конструкции. Использование такого подхода для изучения черепа не учитывает различия в модуле Юнга или силе между различными областями черепа. Кроме того, уравнения, используемые для теории балок, выводятся на основе предположений, которые не соответствуют анатомическому строению головы.

Более применима к черепу теория опор (рис.1). Его центральная срединно-лицевая поверхность состоит из верхней челюсти и орбито-носо-этмоидальной области.



Рисунок 1 – Схематическое изображение вертикальных контрфорсов лицевого отдела черепа (пояснения – в тексте)

Эта область лица состоит из комбинации легких тонкостенных полостей и толстых костных образований. Теория опоры предполагает, что область средней части лица подобна каркасу, который стабилизируется горизонтальными и вертикальными опорами – контрфорсами. Предполагается, что эти опоры несут и передают силы, возникающие в результате укуса пищи, и удерживают эти силы вдали от других более слабых костей лица. При этом, срединно-лицевые кости передают силы от укуса остальной части черепа по трем мощным траекториям. Первая траектория проходит от зубов вверх через лобные отростки верхней челюсти до области глабеллы лобной кости. Вторая траектория проходит через скуловой контрфорс к лобной кости, проходя через лобные отростки, также распространяясь на височную кость через скуловую дугу. Третья траектория направлена назад вдоль задней поверхности верхней челюсти к клиновидной кости. Эти траектории представляют области более толстой кости, которые обеспечивают вертикальную поддержку от сил, возникающих в месте расположения зубов [95].

Теория функциональной адаптации была предложена для описания развития и механики лицевого отдела черепа, утверждая, что лицевые кости оптимизированы для противодействия жевательным нагрузкам, то есть они демонстрируют минимальный материал и максимальную прочность для противодействия режимам циклической нагрузки [42]. Исследовательская работа, проводимая для разработки этой теории, была основана на изучении не черепа взрослого человека, а четвероногих млекопитающих с учетом влияния сил на форму черепа и механизмы кормления [95].

Однако, большая часть данных, собранных в результате таких исследований, не может быть перенесена на человека из-за значительных различий в морфологии черепа. Висцеральный череп у каждого вида животных разработан с учетом механизма их кормления, который требует перемещения сил между различными компонентами головы для обеспечения жевания. Человеческий череп сильно отличается от других млекопитающих двумя основными морфологическими особенностями: коротким ростром и

расширенным как лицевым, так и мозговым отделами черепа. Имея короткую лицевую часть, человеческий череп оптимизирован, чтобы противостоять большей силе изгиба, которую можно испытать при жевании или разгрызании твердой пищи. Например, было обнаружено, что лобная кость способна противостоять силе 7000 Н, хотя она и не подвергается такому воздействию постоянно [94]. Если морфология кости является отражением ее функции противостоять нагрузкам, возникающим от мышц, то причина, по которой лобная кость должна выдерживать такую высокую нагрузку, остается невыясненной.

Более сложные биомеханические подходы были использованы для определения сил и характера деформаций в лицевом отделе черепа с использованием методов *in vitro* и *in vivo*. Исследования O.J. Oyen et al. были проведены на обезьянах для изучения характера деформации вследствие жевания путем стимулирования сокращений жевательных мышц [118].

Аналогичные исследования *in vivo* были проведены W.L. Hylander et al. и C.F. Ross et al. у макак для измерения нагрузок в средней части лица во время жевания [97,101]. Хотя применение силы в исследованиях *in vivo* представляет собой наиболее информативный подход для измерения напряжения в лицевом черепе, этические соображения и ограничения в размещение нескольких датчиков деформации ограничивает исследование напряжения лица человека.

Использование трупного материала для проведения исследований *in vitro* может дать представление о механике лицевого черепа, однако сложность нагрузки на мышцы ограничивает способность исследователя получать комплексные результаты.

В последнее время большую популярность приобрели виртуальные модели. Разработка экспериментально подтвержденных моделей конечных элементов представляет надежный метод для генерации полной информации о полях по всему лицевому черепу при нескольких конфигурациях загрузки. Тем не менее, из-за сложностей в создании этих моделей, до настоящего времени

эти исследования, как правило, были ограничены моделью конкретного образца [135,136].

Следует понимать, что результаты одного образца могут не отражать общих моделей деформации из-за разнообразия морфологических различий между людьми.

Одна из самых ярких работ, сочетающая механические испытания черепов и компьютерное моделирование, была проведена C.F. Ross et al. и D.S. Strait et al. [52,112,126,127,140]. В этих исследованиях были использованы четыре взрослых макаки-резуса. Проводилась количественная оценка величины и направления деформаций с использованием тензометрических датчиков во время жевания. Данные, полученные в результате этого исследования, а также другие опубликованные данные были использованы для проверки модели усредненного черепа макаки во время жевания. Несмотря на большое количество исследований, лишь незначительная их часть была сосредоточена на биомеханическом поведении современного черепа человека. В доступной литературе не были обнаружены публикации, освещающие биомеханические связи между отдельными структурами черепа и лобной пазухи, на основании которых можно объяснить анатомическую вариабельность лобной пазухи человека.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Объект и методы исследования

Объектом исследования служили 94 паспортизированных черепа и их рентгенограммы и 143 рентгенограммы людей разного пола и возраста. Работа включала в себя два этапа: первый – краниометрическое исследование индивидуальных анатомических особенностей надглазничного края лобной кости; второй – обработка архива рентгенограмм голов людей, выполненных в передней и боковой проекции.

2.2. Краниометрическое исследование

Краниометрическое исследование проведено на 94 паспортизированных черепах людей обоих полов юношеского, первого и второго периода зрелого возраста, пожилого и старческого возраста и их рентгенограммах (табл. 1). Деление на возрастные группы проводилось согласно периодизации, принятой на 7-й Всероссийской научной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965).

Весь материал взят из современной этнически однородной коллекции кафедры анатомии ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Материал распределялся по полу, возрасту и значениям верхнелицевого индекса [38]. В работе использовался метод цифровой фотометрии, представляющий собой измерение объектов по их фотографиям, выполненным в стандартных укладках (франкфуртская горизонталь). Измерение проводили по методике Р.Мартина с соблюдением соответствующих методик краниометрии. Определяли следующие параметры глазницы и лицевого отдела черепа: верхняя высота лица (Март. 48), скуловой диаметр (Март. 45), ширина глазницы (Март. 51), высота глазницы (Март. 52), глазничная хорда, проведенная от максилло-фронтальной (mf) до фронто-малярно-орбитальной точки (fmo), наименьшая ширина лба (Март. 9) [1]. Для определения типа лица

рассчитывался верхнелицевой указатель по формуле: верхняя высота лица/скуловой диаметр $\times 100$.

Таблица 1 – Распределение краниологического материала по полу и возрасту

Возрастные периоды	Мужчины n=46	Женщины n=48
юношеский <i>от 17 до 21 года (муж.); от 16 до 20 лет (жен.)</i>	3 (6,5%)	5 (10,4%)
первый зрелый <i>от 22 до 35 года (муж.); от 21 до 35 лет (жен.)</i>	8 (17,4%)	7 (14,6%)
второй зрелый <i>от 36 до 60 года (муж.); от 36 до 55 лет (жен.)</i>	15 (32,6%)	13 (27%)
пожилой <i>от 61 до 75 года (муж.); от 56 до 75 лет (жен.)</i>	14 (30,4%)	15 (31,3%)
старческий <i>от 76 до 90 лет</i>	6 (13%)	8 (16,6%)

Лицевой указатель в рубрикации до 49,9 соответствует широкому лицу (эурены), от 50,0 до 54,9 – среднелицые (мезены), свыше 55,0 – узколицые (лептены). Для характеристики формы мозгового отдела головы рассчитывали индекс мозгового черепа, имеющий три градации: брахицефалия (брахикрания) (n=46), мезоцефалия (мезокрания) (n=14), долихоцефалия (долихокрания) (n=34).

Для описания особенностей пространственного расположения надглазничного края дополнительно были введены: 1. h – высота изгиба надглазничного края (расстояние (перпендикуляр) от глазничной хорды до наиболее удаленной от нее точки надглазничного края,); 2. α – угол, образованный хордой и линией, проведенной от максилло-фронтальной точки к наиболее удаленной от хорды точке надглазничного края (показывает степень симметрии изогнутости надглазничного края относительно хорды глазницы); 3. γ – угол, образованный хордой и линией, проведенной от максилло-фронтальной точки к эктоконхиону (показывает степень ротации надглазничного края) (рис.2).

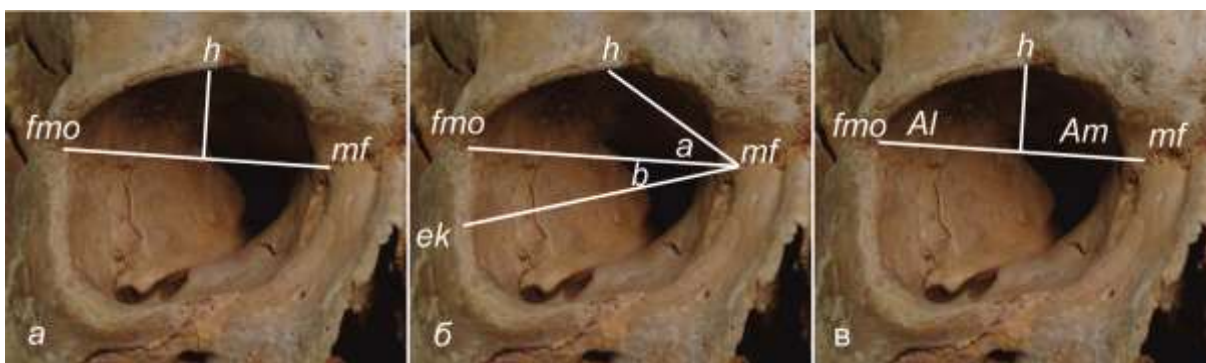


Рисунок 2 – Основные параметры входа в глазницу, использованные в краниометрическом исследовании для характеристики анатомических особенностей надглазничного края лобной кости (**Обозначения:** **а)** **mf-fmo** – глазничная хорда, **h** – расстояние (перпендикуляр) от глазничной хорды до наиболее удаленной от нее точки надглазничного края; **б)** **h** – наиболее удаленная от глазничной хорды точка надглазничного края, **ek-mf** – ось ротации надглазничного края, **a** – угол, иллюстрирующий степень изогнутости надглазничного края относительно глазничной хорды, **b** – угол, показывающий ротацию надглазничного края; **в)** **Al** – латеральный отрезок глазничной хорды, **Am** – медиальный отрезок глазничной хорды)

Для измерения нестандартных значений надглазничного края использовали собственную методику (рис. 3). Был введен коэффициент изогнутости надглазничного края (КИ), который рассчитывался по формуле:

$$\text{КИ} = h / \text{глазничная хорда} \times 100.$$

Для оценки симметричности дуги надглазничного края лобной кости относительно перпендикуляра (**h**), проведенного от самой высокой точки надглазничного края к глазничной хорде, был введен коэффициент симметрии (КС), который представлял собой отношение медиального отрезка глазничной хорды (**Am**) к латеральному отрезку (**Al**), умноженное на 100. Измерения проводились в компьютерной программе с открытым исходным кодом для анализа и обработки изображений Image J (National Institutes of Health, США).

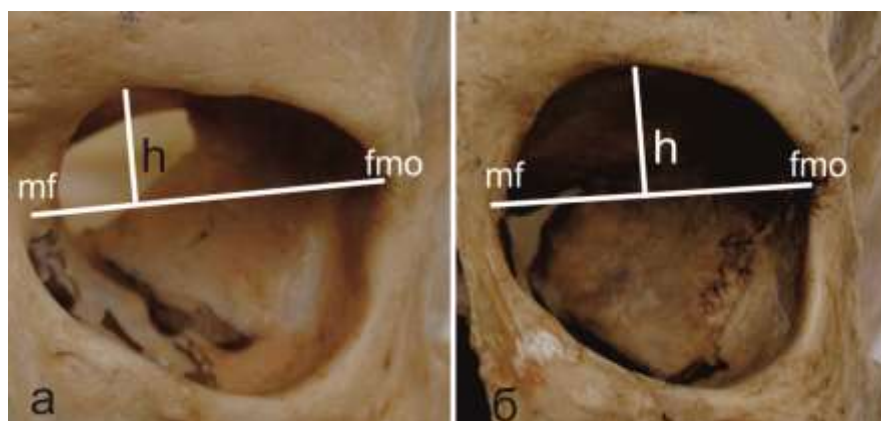


Рисунок 3 – Симметричность надглазничного края лобной кости

а) – надглазничный край изогнут несимметрично; **б)** – надглазничный край изогнут симметрично (**Обозначения:** **fmo-mf** – глазничная хорда; **h** – расстояние (перпендикуляр) от глазничной хорды до наиболее удаленной от нее точки надглазничного края)

2.3. Фотометрия архива рентгенограмм

Обработка архива рентгенограмм голов людей, выполненных в передней и боковой проекции, проведена на 143 снимках черепов людей обоих полов юношеского, первого и второго периода зрелого возраста, пожилого и старческого возраста (табл.2).

Таблица 2 – Распределение рентгенологического материала по полу и возрасту

Возрастные периоды	Мужчины n=89	Женщины n=54
юношеский <i>от 17 до 21 года (муж.);</i> <i>от 16 до 20 лет (жен.)</i>	31 (29,8%)	25 (26,0%)
первый зрелый <i>от 22 до 35 года (муж.);</i> <i>от 21 до 35 лет (жен.)</i>	31 (29,8%)	27 (28,1%)
второй зрелый <i>от 36 до 60 года (муж.);</i> <i>от 36 до 55 лет (жен.)</i>	23 (22,1%)	24 (25%)
пожилой <i>от 61 до 75 года (муж.);</i> <i>от 56 до 75 лет (жен.)</i>	14 (13,5%)	15 (15,6%)
старческий <i>от 76 до 90 лет</i>	5 (4,8%)	5 (5,2%)

Деление на возрастные группы проводилось согласно периодизации, принятой на 7-й Всероссийской научной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии (Москва, 1965).

На основании полученных данных обработки рентгенограмм выделено три варианта формы черепа – долихоцефалия ($n=20$), мезоцефалия ($n=33$), брахицефалия ($n=90$). Измеряли верхнюю высоту лица и скуловой диаметр. Оценивали следующие параметры лобной пазухи: по форме (симметричная или асимметричная); по количеству «развитых» перегородок (одно-, двух-, трех- или многокамерная); по количеству «недоразвитых» перегородок (бухтообразные, ячеистые или смешанные формы); по высоте относительно основания лобной пазухи и ширине распространенности вдоль надглазничных краев обеих орбит (широкая низкая, широкая средней высоты, широкая высокая, средней ширины низкая, средней ширины средней высоты, средней ширины высокая, узкая низкая, узкая средней высоты, узкая высокая); по глубине в сагиттальной плоскости (глубокая, не глубокая).

В прямой проекции на рентгенограммах выполняли следующие измерения (рис.4):

1. Ширина лобной пазухи измерялась по горизонтали, как расстояние между наиболее удаленными точками латеральных контуров лобной пазухи (А–В);



Рисунок 4 – Измерение параметров лобной пазухи в передней проекции
(**Обозначения:** А–В – ширина лобной пазухи; 1 – высота лобной пазухи от точки Nasion; 2, 3 – высота правой и левой половин лобной пазухи)

2. Высота лобной пазухи измерялась трижды: по средней линии от вершины пазухи до краниометрической точки Nasion; второй и третий размер определялись как расстояния от орбиты до пересечения с вершинами левой и правой половин лобной пазухи (вертикали 2, 3).



Рисунок 5 – Измерение параметров лобной пазухи в боковой проекции

На рентгенограммах в боковой проекции выполняли следующие измерения лобной пазухи (рис. 5):

1. Глубина лобной пазухи (CD) в средней точке ее высоты;
2. Глубина лобной пазухи в основании (EF);
3. Толщина передней стенки пазухи на уровне средней точки ее высоты;
4. Толщина задней стенки пазухи на уровне средней точки ее высоты.

2.4. Устройство для антропологических исследований

Антропологические измерения следует проводить в стандартизированных условиях, например, установка черепа во франкфуртскую горизонталь при проведении краниометрических исследований. При ситуациях, когда нет возможности проводить измерения черепа в стандартных укладках, например, запрет на вынос объектов исследования за пределы хранилища, склера, костницы возможно использование «мобильного» устройства для антропологических исследований вне лабораторных условий.

Устройство для антропологических измерений (рис. 6,7) состоит из корпуса (1), который подвижно совмещен с фиксатором (2), состоящим из стакана (3) с пружиной (4), перемещающейся в стакане штангой (5).

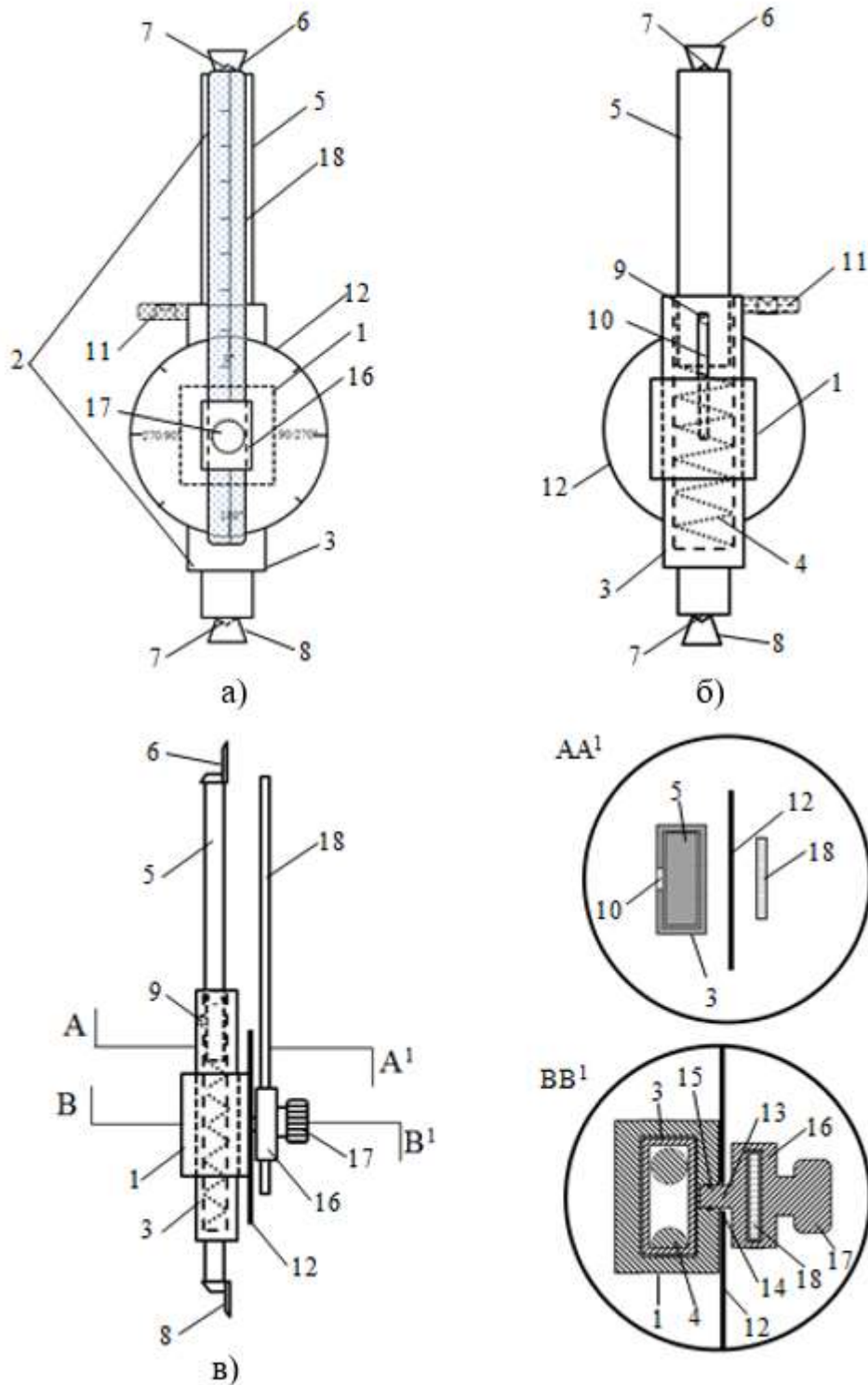


Рисунок 6 – Устройство для антропологических измерений

а) вид спереди, б) вид сзади, в) вид сбоку

На свободном конце штанги (5) имеется упор (6) в виде уголка с выступом (7) на опорной поверхности упора, а со стороны дна стакана 3 находится идентичный упор (8). На штанге (5) имеется ограничитель (9), вставленный в щель (10) на задней стенке стакана (3). На боковой стенке стакана под углом 90° жестко закреплен водяной уровень (11). К передней стенке корпуса (1) жестко закреплен циркулярный транспортир (12), показатель 0° которого совмещен со средней линией штанги (5). Через центральное отверстие в циркулярном транспортире (12) проходит ось (13), которая подвижно совмещена со слепым отверстием (14) в передней стенке корпуса (1) и имеет ограничитель поступательного движения в виде подпружиненного разомкнутого проволочного кольца (15), вставленного в желобовидные циркулярные вырезки на оси (13) и в стенке отверстия (14) (не показано). Ось (13) неподвижно соединена с рамкой (16), имеющей ручку (17) для вращения ее относительно циркулярного транспортира (12). В рамку (16) помещена вспомогательная шкала – подвижный нониус (18), выполненный в виде линейки из прозрачного материала.

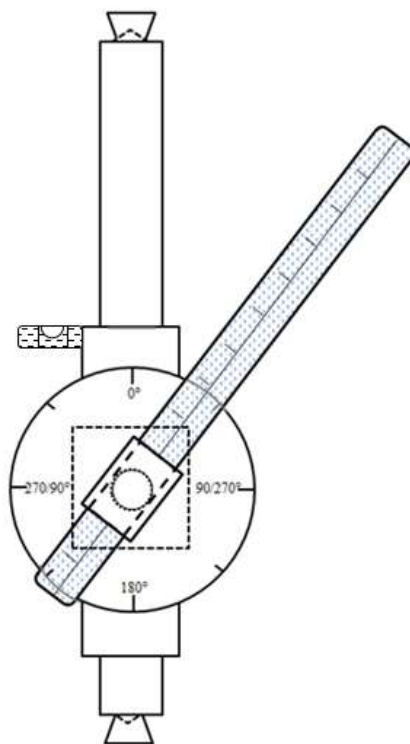


Рисунок 7 – Устройство для антропологических измерений при смещении вспомогательной шкалы (нониуса)

Принцип работы с устройством включает следующую последовательность действий, например, при измерении линейных и угловых линейных размеров входа в глазницу:

1. Устройство устанавливается в глазницу путем закрепления упора 8 на подглазничный край, а упора 6 – на надглазничный край при утоплении штанги 5 в стакан 3;
2. Устройство устанавливается в глазнице перпендикулярно франкфуртской горизонтали с помощью водяного уровня 11 с ориентацией центра циркулярного транспортира 12 относительно центра входа в глазницу;
3. Измерение линейных размеров выполняется путем совмещения нулевой отметки нониусной линейки 18 с надглазничным краем при ее положении перпендикулярно франкфуртской горизонтали (высота входа в глазницу) и параллельно к ней (ширина входа в глазницу);
4. Измерения угловых линейных размеров выполняются последовательным совмещением нулевой отметки нониусной линейки 18 с краями входа в глазницу после очередного перемещения ее по окружности с учетом углового показателя циркулярного транспортира 12.

2.5. Статистический анализ данных

Полученные результаты работы подвергались цифровой обработке и анализу. Статистические методы включали в себя определение нормальности распределения значений, минимальные, максимальные и средние значения, диапазон значений, стандартную ошибку, стандартное отклонение. Использовали критерии Стьюдента и Манна-Уитни. Для оценки корреляционной зависимости значений использовали метод ранговой корреляции Спирмена и Пирсона. Центральные тенденции и рассеяния количественных признаков описывали средним значением M и стандартной ошибкой среднего значения m ($M \pm m$), а также с помощью медианы и интерквартильного размаха в зависимости от вида распределения. Ввод, накопление, хранение и первичную сортировку данных исследования

осуществляли с использованием ПК и ППП Excel 2016. Статистическую обработку результатов проводили с применением лицензионного пакета анализа данных «Microsoft Excel 2016».

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Анатомическая индивидуальная изменчивость надглазничного края лобной кости человека

3.1.1. Половые и возрастные особенности линейных размеров и пространственной организации надглазничного края лобной кости человека

При оценке результатов краниометрического исследования черепов коллекции, принадлежащих людям мужского пола, было обнаружено, что большая часть параметров не обладает достоверными отличиями относительно стороны тела (табл.3). Так, глазничная хорда у мужчин имела средние значения справа $36,30 \pm 0,54$ мм и $35,75 \pm 0,54$ мм слева.

Таблица 3 – Основные размеры и углы надглазничного края у мужчин

Параметр	M±m (min; max)		U-критерий Манна-Уитни	p уровень
	справа	слева		
Глазничная хорда, мм	$36,30 \pm 0,54$ (32,1;41,7)	$35,75 \pm 0,54$ (32,1;40,3)	-0,095351	$p \geq 0,05$
Перпендикуляр h, мм	$12,81 \pm 0,38$ (10,4;16,4)	$13,19 \pm 0,37$ (10,1;15,9)	0,138698	$p \geq 0,05$
Am, мм	$16,99 \pm 0,69$ (9,8; 21,5)	$15,49 \pm 0,49$ (11,3;19,0)	-0,318543	$p < 0,05$
Al, мм	$19,31 \pm 0,80$ (15,3; 28,6)	$20,26 \pm 0,75$ (15,2;25,8)	0,134289	$p \geq 0,05$
α, град	$37,31 \pm 1,75$ (27,6;58,9)	$40,4 \pm 1,26$ (30,7;50,9)	0,314077	$p < 0,05$
γ, град	$11,13 \pm 0,53$ (6,7; 6,9)	$11,18 \pm 0,56$ (6,8;17,3)	-0,013004	$p \geq 0,05$
Коэффициент симметрии (КС)	$92,45 \pm 6,1$ (36,5;130,4)	$79,69 \pm 4,9$ (43,8;121,0)	-0,255557	$p \geq 0,05$
Коэффициент изогнутости (КИ)	$35,30 \pm 0,9$ (28,7;42,3)	$36,96 \pm 0,9$ (28,6;42,9;)	0,207911	$p \geq 0,05$

*выделены достоверные отличия при $p < 0,05$

Перпендикуляр к глазничной хорде от самой высокой точки надглазничного края h справа был меньше, чем слева: $12,81 \pm 0,38$ мм и

13,19±0,37 мм соответственно, но эта разница не достоверна. При проведении указанного перпендикуляра h глазничная хорда была разделена на два отрезка: при этом значения медиального отрезка (A_m) были на 8,8% достоверно больше, чем левого. Корреляцию данного параметра со стороной тела можно охарактеризовать как слабой тесноты (-0,32 при $p < 0,05$). Вместе с тем показатели латерального отрезка (A_l) достоверных отличий не имели, несмотря на то, что слева их значения были больше на 5,4%. Следует отметить, что значения угла α имели корреляцию слабой тесноты со стороной тела: справа – 37,31±1,75 град, слева – 40,4±1,26 град, то есть, достоверно отличались на 7,6% (0,31 при $p < 0,05$). Можно было бы предположить, что наличие достоверных отличий медиального отрезка хорды и угла α слева и справа должны были найти свое отражение в пространственной организации надглазничного края, но этого не регистрировалось. Коэффициент изогнутости справа и слева не имел статистически достоверных отличий и составил 35,30±0,9 справа и 36,96±0,9 слева. То же можно сказать и о коэффициенте симметрии, отражающем положение дуги надглазничного края относительно перпендикуляра h . Его значения, были 92,45±6,1 справа и 79,69± 4,9 слева, что составляло разницу в 13,8%, но при этом статистической достоверности не наблюдали.

Было обнаружено, что угол γ между глазничной хордой и линией ротации надглазничного края не имеет статистически достоверных отличий в правой и левой глазнице: 11,13±0,53 град и 11,18±0,56 град соответственно. Несмотря на то, что глазницы расположены несколько несимметрично, основные параметры надглазничного края слева и справа статистически не отличаются.

Таким образом, было показано, что в группе черепов, принадлежавших лицам мужского пола, не выявлено статистически достоверных отличий между выбранными краниометрическими параметрами левой и правой глазницы за исключением двух показателей: медиального отрезка глазничной хорды и угла α , позволяющего оценить пространственное расположение дуги надглазничного края относительно хорды и срединной линии глазницы.

При оценке возрастных изменений, выбранных линейных и угловых характеристик надглазничного края черепов мужчин, были получены следующие результаты (табл.4). Среднее значение хорды глазницы мужской группы составило $37,07 \pm 0,28$ мм, минимальное и максимальное значение соответственно было 30,2 мм и 41,7 мм.

Таблица 4 – Основные размеры и углы надглазничного края у мужчин разных возрастных групп (n=46)

Параметр	M $\pm$ m (min; max)					р уровень
	юношеский (17- 21 лет) n=3 (6,5%)	первый зрелый (22- 35 лет) n=8 (17,4%)	второй зрелый (36–60 лет) n=15 (32,6%)	пожилой (61-75 лет) n=14 (30,4%)	старческий (76- 90 лет) n=6 (13%)	
Глазничная хорда, мм	34,12 $\pm$ 1,33 (30,2;40,4)	35,30 $\pm$ 0,54 (32,1;41,7)	33,86 $\pm$ 0,33 (31,8;39,7)	36,30 $\pm$ 0,51 (32,1;41,7)	36,55 $\pm$ 0,34 (33,2;41,4)	p $\geq$ 0,05
Перпендикуляр h, мм	13,21 $\pm$ 0,23 (11,3;15,9)	12,56 $\pm$ 0,71 (10,8;17,1)	13,22 $\pm$ 0,47 (10,1;15,9)	12,81 $\pm$ 0,38 (10,4;16,4)	13,19 $\pm$ 0,37 (11,1;16,1)	p $\geq$ 0,05
Am, мм	17,1 $\pm$ 0,57 (10,1; 21,8)	16,57 $\pm$ 0,35 (9,9; 21,2)	15,51 $\pm$ 0,52 (11,0;18,8)	17,33 $\pm$ 0,21 (10,7; 23,1)	15,69 $\pm$ 0,73 (11,5;18,9)	p $\geq$ 0,05
Al, мм	19,54 $\pm$ 0,22 (16,2; 29,3)	19,24 $\pm$ 0,72 (15,7; 27,9)	20,34 $\pm$ 0,15 (14,8;26,1)	19,21 $\pm$ 0,58 (15,1; 28,7)	20,31 $\pm$ 0,15 (14,9;24,9)	p $\geq$ 0,05
α , град	38,12 $\pm$ 2,0 (26,8;60,1)	37,32 $\pm$ 0,91 (28,0;59,2)	39,8 $\pm$ 1,56 (31,7;50,1)	37,41 $\pm$ 1,85 (27,8;59,3)	41,2 $\pm$ 1,31 (31,1;51,2)	p $\geq$ 0,05
γ , град	10,82 $\pm$ 0,21 (7,0; 17,3)	11,21 $\pm$ 0,53 (6,8; 17,1)	11,23 $\pm$ 0,56 (6,7;17,2)	11,34 $\pm$ 0,23 (6,7; 16,9)	11,22 $\pm$ 0,37 (6,9;17,3)	p $\geq$ 0,05
КС	93,3 $\pm$ 7,0 (36,8;129,2)	91,86 $\pm$ 4,1 (35,9;130,8)	80,12 $\pm$ 3,8 (44,3;123,1)	91,76 $\pm$ 5,7 (37,6;131,2)	79,74 $\pm$ 5,1 (44,2;123,0)	p $\geq$ 0,05
КИ	35,26 $\pm$ 0,9 (29,1;41,9)	36,10 $\pm$ 1,0 (30,1;41,5)	37,0 $\pm$ 0,7 (29,3;43,0;)	35,27 $\pm$ 1,2 (28,7;43,2)	37,2 $\pm$ 2,2 (29,4;43,3;)	p $\geq$ 0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05

Высота надглазничного края (h) относительно глазничной хорды во всех исследованных возрастных группах в среднем составила $13,2 \pm 0,4$ мм, при этом диапазон ее значений был в пределах 7 мм: минимальное – 10,1 мм, максимальное – 17,1 мм. При этом отрезки глазничной хорды, на которые она была разделена перпендикуляром h, так же не показывали статистических отличий в возрастных группах. В среднем они имели следующие значения:

медиальный отрезок (A_m) $15,8 \pm 0,7$ мм (9,9 мм; 23,1 мм), латеральный отрезок (A_l) практически всегда был больше на 4 мм и составил в длину $19,9 \pm 0,9$ мм (14,8 мм; 29,3 мм). Угловые характеристики также не обладали статистически достоверными отличиями относительно возраста. Угол α находился в диапазоне значений от 26,8 град до 60,0 град, в среднем – $41,1 \pm 2,24$ град. Угол γ в среднем составил $12,2 \pm 0,7$ град, минимальное его значение было 6,7 град, максимальное – 17,3 град.

Как следствие того, что все перечисленные выше линейные параметры не показывали статистически достоверных отличий своих значений в разных возрастных группах, коэффициенты симметрии (КС) и изогнутости (КИ) надглазничного края также не имеют достоверной корреляции с возрастом.

Средние значения коэффициента симметрии составили $75,4 \pm 6,6$, а коэффициента изогнутости – $36,2 \pm 0,9$. Эти данные показали, что надглазничный край в среднем несимметричен и умеренно изогнут.

Несмотря на то, что разброс в диапазонах минимальных и максимальных значений всех исследованных параметров достаточно велик, достоверных статистических отличий в разных возрастных группах нами обнаружено не было, что указывает на отсутствие возрастных изменений линейных и угловых характеристик надглазничного края у мужчин.

При исследовании черепов женщин было обнаружено, что большинство параметров не имеют статистически достоверных отличий для левой и правой глазницы (табл.5). Глазничная хорда составила справа $36,0 \pm 0,54$ мм, что практически соответствовало ее длине в левой глазнице $35,9 \pm 0,46$ мм.

При этом было отмечено, что высота h справа преобладала над соответствующим значением левой глазницы на 2,8% (U знач.=1,98980 при $p < 0,05$): $13,2 \pm 0,47$ мм справа и $12,9 \pm 0,39$ мм слева. Такая же особенность женской группы отмечена и между медиальными отрезками хорды глазницы. Длина отрезка A_m справа была больше значений левой в среднем на 1,3% (U знач.=3,48472 при $p < 0,05$).

Таблица 5 – Основные размеры и углы надглазничного края у женщин (n=48)

Параметр	M±m (min; max)		U-критерий Манна-Уитни	p уровень
	справа	слева		
Глазничная хорда, мм	36,0±0,54 (30,5;41,3)	35,9±0,46 (30,9;39,9)	0,016	p≥0,05
Перпендикуляр h, мм	13,2±0,47 (9,0;20,4)	12,9±0,39 (8,9;18,4)	1,989	p<0,05
Am, мм	16,6±0,50 (9,8;22,2)	16,4±0,57 (9,9;22,2)	3,484	p<0,05
Al, мм	19,4±0,57 (14,9;24,4)	19,5±0,76 (13,6;28,2)	0,028	p≥0,05
α, град	38,4±1,2 (27,8;52,7)	38,9±1,4 (27,4;55,8)	0,003	p≥0,05
γ, град	10,4±0,43 (5,2;14,7)	11,8±0,58 (6,3;18,3)	0,221	p≥0,05
КС	87,8±4,48 (40,1;147,0)	89,2±6,0 (38,3;163,2)	0,006	p≥0,05
КИ	36,7±1,2 (27,2;51,6)	36,0±0,9 (27,5;46,1)	0,350	p≥0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05

При корреляционном анализе этих показателей относительно стороны тела в обоих случаях была обнаружена достоверная зависимость: для значений h – умеренной тесноты (0,5083 при p<0,05), для Am – слабой тесноты (-0,2903 при p<0,05). Несмотря на то, что слева длина латерального отрезка глазничной хорды (19,4±0,57 мм) и угол α были больше (38,9±1,4 град), значения коэффициента симметрии слева и справа статистически не отличались.

Коэффициент изогнутости надглазничного края для левой и правой глазниц в женской группе также не имел статистически достоверных отличий: (U знач.= 0,350534 при p≥0,05).

Таким образом, корреляции большей части линейных и угловых характеристик надглазничного края со стороной тела в женской группе не обнаружено.

При изучении данных надглазничного края у женщин в возрастном аспекте было выявлено, что значения выбранных показателей ни в одной группе достоверно не отличались (табл.6).

Таблица 6 – Основные размеры и углы надглазничного края у женщин разных возрастных групп (n=48)

Параметр	M±m (min; max)					p уровень
	юношеский (16-20 лет) n=5 (10,4%)	первый зрелый (21-35 лет) n=7 (14,6%)	второй зрелый (36-55 лет) n=13 (27%)	пожилой (56-75 лет) n=15 (31,3%)	старческий (76-90 лет) n=8 (16,6%)	
Глазничная хорда, мм	36,1±0,38 (30,7;40,8)	35,8±0,32 (31,0;38,9)	36,0±0,71 (30,0;40,9)	36,2±0,44 (31,2;40,2)	36,0±0,57 (30,3;42,8)	p≥0,05
Перпендикуляр h, мм	12,9±0,29 (9,0;21,0)	13,0±0,39 (9,2;17,9)	13,3±0,51 (9,4;20,0)	12,9±0,39 (8,8;18,7)	13,2±0,47 (9,3;19,2)	p≥0,05
Am, мм	16,4±0,49 (9,7;21,7)	16,0±0,61 (10,0;21,8)	17,0±0,46 (9,9;22,0)	16,3±0,63 (10,2;22,3)	16,8±0,58 (9,8;21,9)	p≥0,05
Al, мм	19,3±0,62 (15,2;25,0)	19,8±0,81 (13,9;27,8)	19,5±0,61 (15,0;24,3)	19,5±0,81 (14,2;28,0)	19,3±0,67 (14,8;24,3)	p≥0,05
α, град	37,9±0,9 (28,1;53,0)	39,1±1,2 (26,9;56,0)	38,0±1,0 (28,2;53,1)	39,0±1,5 (27,5;56,0)	38,0±1,2 (28,2;53,3)	p≥0,05
γ, град	10,3±0,51 (5,5;15,1)	12,2±0,64 (6,0;18,0)	9,9±0,51 (5,2;15,0)	12,0±0,61 (6,3;18,0)	10,5±0,52 (5,5;15,2)	p≥0,05
КС	88,2±5,25 (40,0;146,9)	89,5±5,6 (38,3;163,0)	88,0±4,52 (40,0;146,8)	89,4±5,2 (38,0;162,8)	88,3±4,57 (41,0;148,2)	p≥0,05
КИ	36,8±1,3 (27,0;52,1)	36,3±0,8 (26,9;45,8)	36,9±0,9 (27,4;52,1)	36,6±0,4 (28,1;45,9)	37,1±2,1 (26,7;52,2)	p≥0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05

Длина глазничной хорды во всех возрастных группах в среднем соответствовала 35,9±0,35 мм, минимальное значение составило 30,5 мм, максимальное – 41,3. Перпендикуляр h также не отличался: в среднем 13,06±0,30 мм, минимальное значение регистрировали в группе черепов женщин пожилого возраста – 8,9 мм, максимальное – 21,0 мм в юношеской группе. Медиальный отрезок глазничной хорды был в диапазоне значений от 9,8 мм до 22,2 мм, в среднем – 16,5±0,38 мм. Латеральный всегда был достоверно больше медиального отрезка в среднем на 15,4 % (U знач.=

4,926455 при $p \geq 0,05$), его значение составило $19,4 \pm 0,47$ мм. Значения исследованных углов надглазничного края также не имели статистически достоверных отличий в возрастном аспекте. Угол α был в диапазоне от 27,4 град до 55,8 град, в среднем - $38,65 \pm 0,94$ мм. Значение угла γ соответствовали в среднем $11,12 \pm 0,41$ град. Как следствие описанных особенностей линейных и угловых размеров надглазничного края, в разном возрасте не имеют статистически достоверных отличий коэффициенты изогнутости и симметрии надглазничного края: КИ в среднем составил $36,4 \pm 0,76$, КС = $88,5 \pm 3,73$.

Полученные результаты показали, что выбранные параметры надглазничного края женщин относительно возраста не имеют статистически достоверных отличий.

Анализ выбранных параметров надглазничного края в сравнении по полу дал следующие результаты (табл.7). Глазничная хорда мужчин достоверно имела большую длину, чем у женщин в среднем на 3,1% (t знач. = -0,188432 при $p < 0,05$). При этом, значения перпендикуляра h достоверно не отличались: $13,00 \pm 0,26$ мм у мужчин, $13,06 \pm 0,30$ мм у женщин.

Значения длин медиального (Am) и латерального (Al) отрезков хорды глазницы также статистически не отличались. В мужской группе отмечено преобладание значений скулового диаметра на 1,6% и верхней высоты лица на 5,5%. При этом, отличие по показателю верхней высоты лица между полами было статистически достоверным (t знач. = -2,862894 при $p < 0,05$).

Как следствие этого, статистически достоверно отличаются значения верхнелицевого индекса: в мужской группе он достоверно больше на 4,4% (t знач. = -2,092732 при $p < 0,05$). Угловые показатели и коэффициенты не имели достоверных отличий своих значений, при изучении корреляционных взаимоотношений между ними и половой принадлежностью.

Таким образом, можно отметить, что большая часть значений выбранных параметров не имеет статистически достоверных отличий у представителей разных полов. Исключение составляют длина глазничной хорды и верхняя высота лица.

Таблица 7 – Основные размеры и углы надглазничного края
у мужчин и женщин (n=94)

Параметр	M±m		t коэфф.	p уровень
	Мужчины n=46	женщины n=48		
Глазничная хорда, мм	37,07±0,28	35,93±0,35	-0,181	p<0,05
Перпендикуляр h, мм	13,00±0,26	13,06±0,30	0,150	p≥0,05
Am, мм	16,45±0,43	16,47±0,37	0,406	p≥0,05
Al, мм	20,62±0,55	19,45±0,47	-0,456	p≥0,05
α, град	38,86±1,09	38,06±0,94	-0,149	p≥0,05
γ, град	11,15±0,38	11,12±0,41	-0,048	p≥0,05
Скуловой диаметр, мм	102,23±1,13	100,69±1,70	-1,014	p≥0,05
Верхняя высота лица, мм	70,80±1,21	66,90±1,43	-2,863	p<0,05
Верхнелицевой индекс	0,69±0,01	0,66±0,013	-2,093	p<0,05
КС	86,07±4,01	88,53±3,73	0,448	p≥0,05
КИ	36,13±0,67	36,36±0,76	0,225	p≥0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05

В ходе изучения линейных характеристик было обнаружено, что надглазничный край имеет разные формы своей дуги. При изучении особенностей пространственного расположения надглазничного края были получены следующие результаты.

Коэффициент изогнутости дуги надглазничного края не имел половозрастных особенностей и находился в диапазоне значений от 27,79 до 51,64, в среднем его значение составило 36,41±0,52. По значениям КИ надглазничный край во всех исследованных черепах был разделен на следующие группы (рис.8,9,10): КИ менее 30 – с небольшой изогнутостью дуги (в 8,69% случаев); 30-45 – со средней (в 80,43% случаев) и более 45 - с большой изогнутостью дуги (в 10,88% случаев).

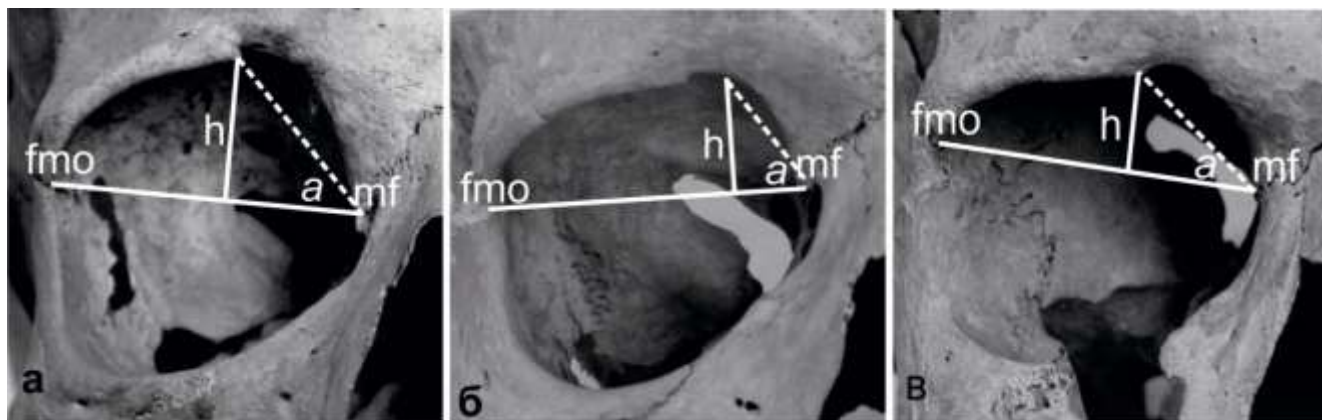


Рисунок 8 – Примеры вариантов надглазничного края лобной кости относительно значений КИ

(Обозначения: а) надглазничный край лобной кости имеет большую изогнутость дуги (КИ=47,5); б) надглазничный край лобной кости имеет среднюю изогнутость дуги (КИ=35,9); в) надглазничный край лобной кости имеет небольшую изогнутость дуги (КИ=27,7))

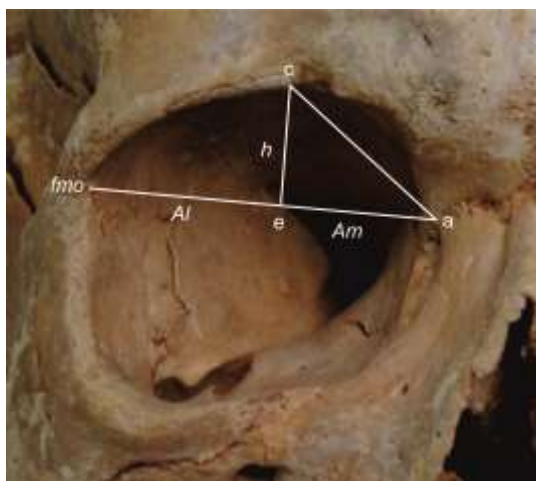


Рисунок 9 – Вариант асимметричной дуги надглазничного края черепа мужчины (КИ=36,51; КС=78,67)

(Обозначения: а – максилло-фронтальная точка; с – самая высокая точка изгиба надглазничного края; е – точка на глазничной хорде, к которой опущен перпендикуляр h из точки с)

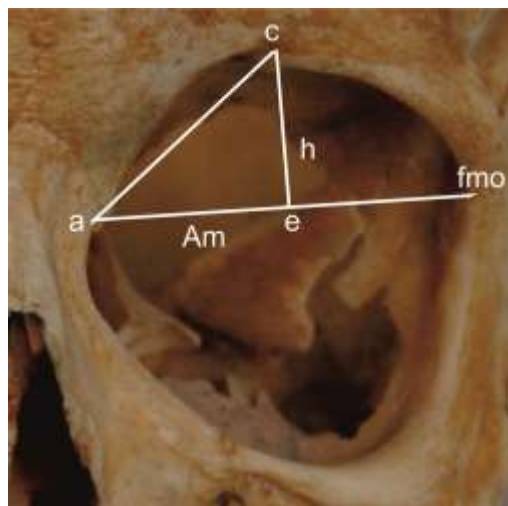


Рисунок 10 – Вариант симметричной дуги надглазничного края черепа женщины (КИ = 39,66; КС= 100,55)

(Обозначения: **a** - максилло-фронтальная точка; **c** - самая высокая точка изгиба надглазничного края; **e** – точка на глазничной хорде, к которой опущен перпендикуляр **h** из точки **c**)

Была обнаружена достоверная корреляция умеренной тесноты (0,41; $p < 0,05$) значений КИ со значениями верхнелицевого индекса. Можно предположить, что чем более узкое лицо человека, тем более выражен изгиб надглазничного края. Была отмечена, корреляция умеренной тесноты КИ со значениями угла α (Спирм. знач = 0,656, при $p < 0,01$) и слабой тесноты со значениями угла γ (Спирм. знач = -0,287, при $p < 0,01$).

При рассмотрении условного треугольника, двумя сторонами которого были медиальный отрезок хорды глазницы (**Am**), перпендикуляр к глазничной хорде (**h**) и отрезок между максилло-фронтальной точкой (**a**) и самой высокой точкой изгиба надглазничного края (**c**), были обнаружены следующие корреляционные закономерности.

Выявлена корреляция сильной тесноты угла α , образованного отрезками **ac** и **ae**, с медиальным отрезком хорды (Спирм. знач = -0,754, при $p < 0,01$), перпендикуляром **h** (Спирм. знач = 0,729, при $p < 0,01$). В свою очередь при исследовании отношений перпендикуляра **h** и **Am** достоверной корреляции выявлено не было (Спирм. знач = -0,147, при $p \geq 0,05$).

КИ надглазничного края обладал достоверной корреляцией со значениями угла α (Спирм. знач = 0,655, при $p < 0,01$) и перпендикуляра h (Спирм. знач = 0,850, при $p < 0,01$). При этом с отрезком Am глазничной хорды достоверной корреляции выявлено не было (Спирм. знач = -0,179, при $p \geq 0,05$). Поэтому также не было обнаружено достоверной корреляции между значениями коэффициента изогнутости надглазничного края и коэффициента симметрии (Спирм. знач = -0,164711, при $p \geq 0,05$). По нашим данным степень выраженности изгиба надглазничного края лобной кости не зависит от симметричности этого изгиба.

При исследовании пространственного положения надглазничного края было выявлено, что он имел различную степень ротации. Данную особенность надглазничного края оценивали по значению угла γ , образованного осью ротации ($mf-ek$) и глазничной хордой. Среднее значение данного угла составило $11,14 \pm 0,28$ град, минимальное значение 5,2 град, максимальное 18,3 град. В исследовании были выделены три варианта ротации надглазничного края относительно угла γ (рис. 11,12,13): незначительно ротирован (27% случаев), ротация средней выраженности (58,3% случаев) и выраженная ротация (14,7% случаев).

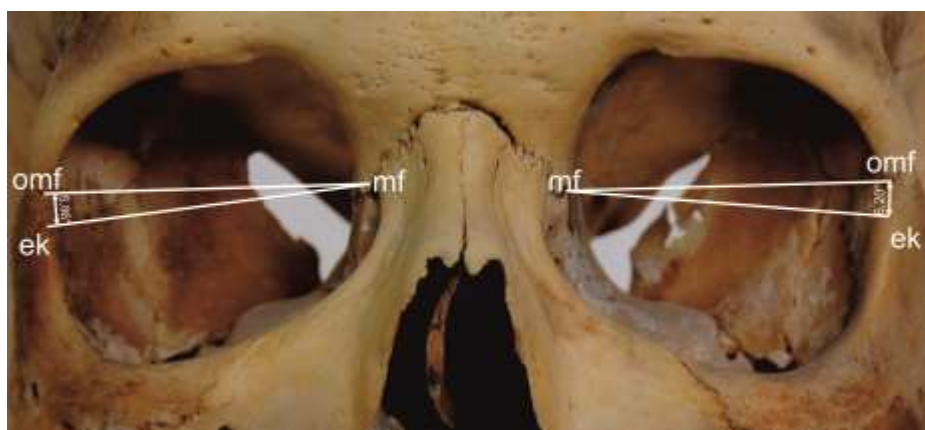


Рисунок 11 – Череп женщины с незначительной ротацией надглазничного края (Обозначения: Угол γ справа – 5,86 град, слева – 6,20 град.)

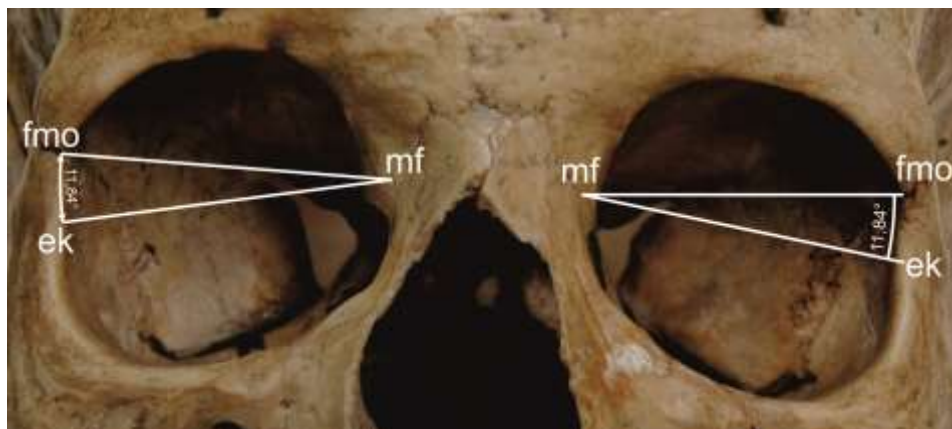


Рисунок 12 – Череп женщины со средней выраженности ротации надглазничного края
(Обозначения: Угол γ справа – 11,84 град, слева – 11,84 град.)

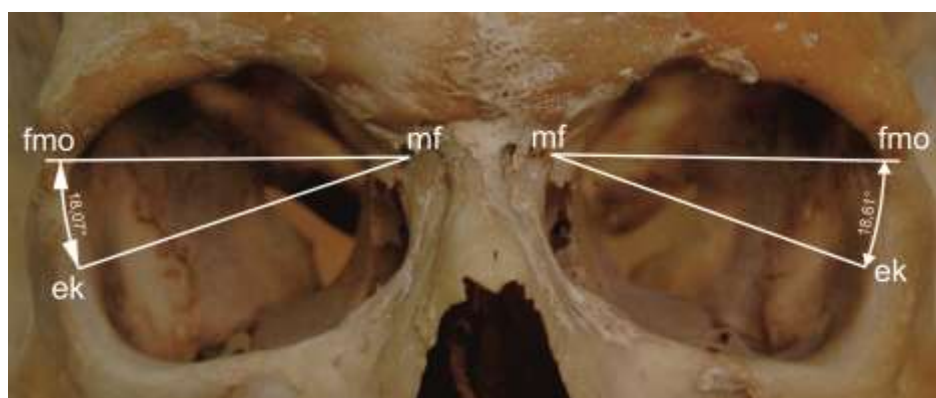


Рисунок 13 – Череп мужчины с выраженной ротацией надглазничного края
(Обозначения: Угол γ справа – 18,07 град, слева – 18,61 град.)

Была обнаружена достоверная корреляция умеренной тесноты угла γ с КИ надглазничного края (Спирм. знач = 0,4850, при $p < 0,01$) и длиной перпендикуляра h (Спирм. знач = 0,4340, при $p < 0,01$).

Это наблюдение позволило предположить, что ротация надглазничного края оказывает влияние на его форму: чем менее ротирован надглазничный край, тем более выражен его изгиб.

Данное предположение подтверждалось еще и тем, что при сравнении изучаемых параметров входа в глазницу по группам относительно показаний угла ротации было обнаружено достоверное отличие значений коэффициента

изогнутости надглазничного края (U знач. = 2,56097, при $p < 0,01$). При этом больше ни один показатель такую особенность не проявил (табл.8).

Было показано, что выбранные параметры входа в глазницу в большинстве своем не имеют достоверных отличий своих значений у представителей разных полов, за исключением глазничной хорды, которая у мужчин была достоверно больше, чем у женщин. Также было отмечено достоверное отличие между черепами разных полов по значениям верхнелицевого индекса. Угловые размеры и пространственное расположение надглазничного края статистически достоверной связи с полом не показали.

Таблица 8 – Линейные размеры надглазничного края при разных вариантах ротации надглазничного края ($n=94$)

Параметр	M $\pm$ m			U-критерий Манна- Уитни	p уровень
	Угол γ менее 10 град n=25 (27%)	Угол γ от 10 до 15 град n=55 (58,3%)	Угол γ более 15 град n=14 (14,7%)		
Глазничная хорда, мм	35,41 $\pm$ 0,52	35,98 $\pm$ 0,28	36,35 $\pm$ 0,41	-0,99649	$p \geq 0,05$
Перпендикуляр h, мм	13,47 $\pm$ 0,31	12,63 $\pm$ 0,22	12,72 $\pm$ 0,41	1,85346	$p \geq 0,05$
Am, мм	16,90 $\pm$ 0,26	16,01 $\pm$ 0,41	17,05 $\pm$ 0,69	1,37515	$p \geq 0,05$
Al, мм	18,51 $\pm$ 0,51	19,96 $\pm$ 0,48	19,30 $\pm$ 0,78	-1,59936	$p \geq 0,05$
α , град	38,07 $\pm$ 0,86	38,91 $\pm$ 0,98	36,58 $\pm$ 1,29	-0,00996	$p \geq 0,05$
Скуловой диаметр, мм	99,75 $\pm$ 1,72	101,58 $\pm$ 1,37	100,72 $\pm$ 2,83	-0,56033	$p \geq 0,05$
Верхняя высота лица, мм	68,27 $\pm$ 1,43	69,32 $\pm$ 1,76	65,82 $\pm$ 3,08	-0,09806	$p \geq 0,05$
Верхнелицевой индекс	0,68 $\pm$ 0,01	0,67 $\pm$ 0,01	0,65 $\pm$ 0,03	0,41871	$p \geq 0,05$
КС	93,29 $\pm$ 3,16	84,89 $\pm$ 3,87	91,70 $\pm$ 6,78	1,50469	$p \geq 0,05$
КИ	38,11 $\pm$ 0,85	35,13 $\pm$ 0,57	35,07 $\pm$ 1,26	2,56097	$p < 0,01$

*выделены достоверные отличия при $p < 0,01$

3.1.2. Особенности линейных размеров и пространственной организации надглазничного края лобной кости человека относительно формы мозгового отдела черепа

При изучении выбранных показателей входа в глазницу относительно формы мозгового черепа у мужчин были получены следующие результаты (табл.9).

Таблица 9 – Линейные размеры и индексы надглазничного края при разных формах мозгового отдела черепа у мужчин (n=46)

Параметр	M±m			t знач.	p уровень
	Долихокрания n=16 (35%)	Мезокрания n=5 (10%)	Брахикрания n=25 (55%)		
Глазничная хорда, мм	33,63±0,34	36,79±0,27	40,46±0,54	10,8682	p<0,01
Перпендикуляр h, мм	11,97±0,30	13,33±0,33	14,31±0,61	3,7979	p<0,01
Am, мм	15,59±0,58	16,84±0,63	15,85±1,25	0,2137	p≥0,05
Al, мм	18,04±0,70	19,95±0,66	24,61±1,03	5,1387	p<0,01
α, град	38,02±1,13	38,36±1,68	44,56±2,13	3,1347	p<0,01
γ, град	10,86±0,50	11,37±0,62	10,86±0,43	0,0028	p≥0,05
Скуловой диаметр, мм	97,41±1,38	103,71±1,12	107,9±2,69	3,7695	p<0,01
Верхняя высота лица, мм	68,58±1,41	70,64±1,47	77,04±2,47	3,1742	p<0,01
КС	89,38±6,08	88,25±5,66	65,90±7,69	-2,2113	p<0,01
КИ	35,74±1,20	36,24±0,90	35,45±1,78	-0,1359	p≥0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,01

Длина глазничной хорды имела тенденцию к увеличению в ряду от долихокранов к брахикранам. Так, у черепов с мезокранной формой она была достоверно больше на 8,6%, чем у долихокранных черепов.

В свою очередь у брахикранных черепов значения хорды глазницы превышали соответствующие показатели мезокранов на 9,0%.

Эта особенность была статистически достоверна как при сравнении отдельных групп по форме черепа, так и при оценке достоверности отличий во всех трех группах (рис.14).

При этом, у долихокранов значение хорды глазницы имело достоверную корреляцию сильной тесноты с КИ (Спирмен знач.= -0,8234, при $p < 0,01$), средней тесноты с длиной перпендикуляра h (Спирмен знач.= -0,6997, при $p < 0,01$).

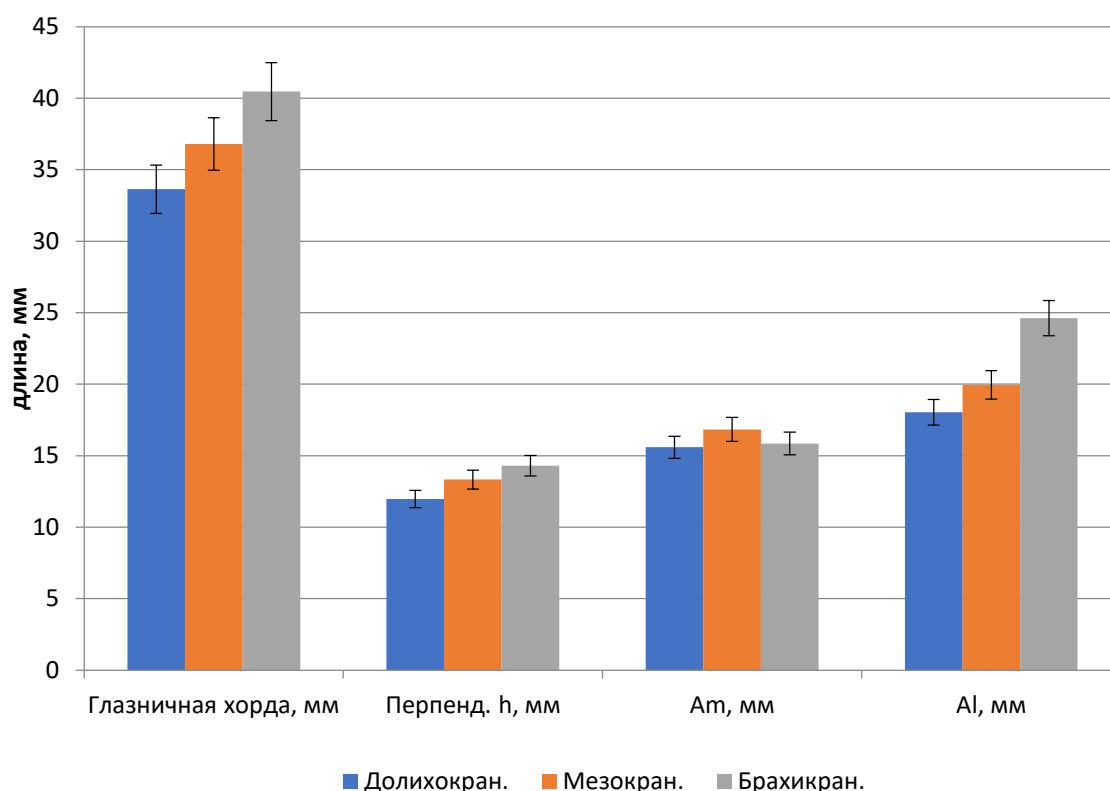


Рисунок 14 – Линейные размеры надглазничного края при разных формах мозгового черепа мужчин

Перпендикуляр h , кроме хорды, обладал достоверной корреляцией с КИ (Спирмен знач.=0,9736, при $p < 0,01$) и Al (Спирмен знач.= - 0,5868). Угол γ не показывал достоверной корреляции ни с одним изучаемым параметром. В свою очередь угол α , напротив, имел достоверную корреляцию сильной тесноты с отрезком Am (Спирмен знач.= -0,8769 при $p < 0,001$), КС (Спирмен знач.= -0,7186, при $p < 0,001$) и средней тесноты с Al (Спирмен знач.=0,5828, при $p < 0,001$).

У мезокранов были отмечены особенности корреляции между параметрами. Так, длина хорды глазницы, в отличие от черепов с долихокранной формой, не показывала достоверной корреляции ни с одним из параметров. Перпендикуляр h обладал корреляцией средней тесноты с отрезком Am (Спирмен знач.=-0,6231, при $p<0,001$), Al (Спирмен знач.=0,6234, при $p<0,001$), KC (Спирмен знач.=-0,6508, при $p<0,001$) и сильной тесноты с KI (Спирмен знач.=0,9047, при $p<0,001$), углом α (Спирмен знач.=0,8514, при $p<0,001$). Сам же угол α обладал достоверной корреляцией сильной тесноты с такими показателями как: KI (Спирмен знач.=0,8355, при $p<0,001$), Al (Спирмен знач.=0,8205, при $p<0,001$), Am (Спирмен знач.=-0,8869, при $p<0,001$) и перпендикуляром h . При этом угол γ не обладал достоверной корреляцией с другими параметрами.

У брахикранов, как и в случае мезокранов, нами не было выявлено достоверной корреляции между глазничной хордой и другими параметрами. Перпендикуляр h обладал достоверной корреляцией сильной тесноты только с KI (Спирмен знач.=0,9393, при $p<0,001$). Который, в свою очередь показывал корреляцию сильной тесноты со значениями угла γ (Спирмен знач.=0,8181, при $p<0,001$). В данной группе черепов достоверной корреляции угла α с прочими параметрами выявлено не было.

Длины отрезков глазничной хорды показали разную статистическую достоверность отличий своих значений в группах относительно формы черепа (рис.12). Нами было отмечено статистически достоверное увеличение длины отрезка Al у мезокранов (на 9,6%) и брахикранов (на 26,7%) по отношению к долихокранам (t знач.=5,1387, при $p<0,01$). При этом статистически достоверных отличий длины медиального отрезка хорды выявлено не было. Его длина у долихокранов и брахикранов была практически равной ($15,59\pm0,58$ мм и $15,85\pm1,25$ мм), достоверно не отличаясь от длины у мезокранов ($16,84\pm0,63$).

Также не было обнаружено достоверных отличий в группах относительно формы черепа показателей угла ротации надглазничного края γ (t знач.=0,0028, при $p\geq0,05$). Вместе с тем угол α достоверно отличался: у черепов

долихокранной формы его значения были достоверно меньше, чем у мезокранных и брахикранных черепов (t знач.=3,134, при $p<0,01$).

Была отмечена тенденция к увеличению его значений при увеличении ширины черепа: отличие по данному показателю в среднем составляли 12,72% (рис.15).

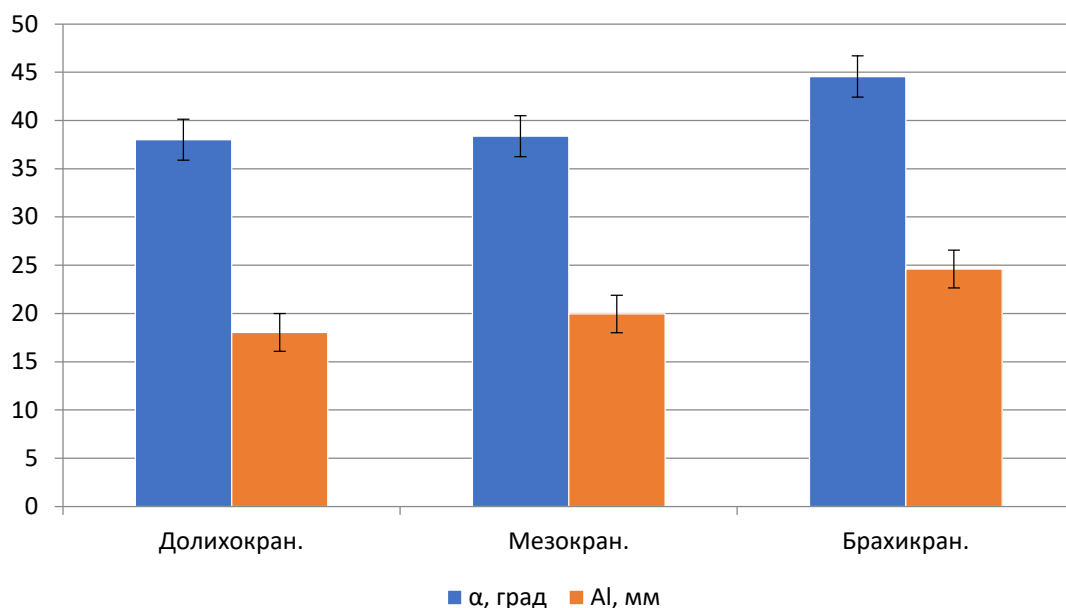


Рисунок 15 – Изменение средних значений показателей надглазничного края при разных формах мозгового черепа мужчин

Предложенные нами индексы пространственной организации надглазничного края также имели отличия в разных группах черепов.

Черепы, соответствующие долихокранам имели бóльший коэффициент симметрии, чем в случае брахикранов: $89,39 \pm 6,08$ и $65,90 \pm 7,69$ соответственно. Значения данного индекса достоверно отличались на 26,3% ($p<0,01$).

При этом было отмечено, что значения коэффициента изогнутости надглазничного края при разной форме черепа достоверных отличий не имели.

Таким образом, можно отметить особенности пространственной организации надглазничного края лобной кости у мужчин при разной форме мозгового отдела черепа.

У брахикранов отмечено достоверное увеличение значений глазничной хорды, Al , перпендикуляра h . При этом снижалась симметричность арки, за

счет увеличения отрезка Al. Отрезок Am оставался практически неизменным. Угол α имел большее значение. В женской группе при анализе выбранных параметров относительно формы мозгового отдела черепа были получены следующие результаты (табл.10).

Таблица 10 – Линейные размеры и индексы надглазничного края при разных формах мозгового отдела черепа у женщин (n=48)

Параметр	M $\pm$ m			t знач.	p уровень
	Долихокрания n=18 (38%)	Мезокрания n=9 (19%)	Брахикрания n=21 (43%)		
Глазничная хорда, мм	32,30 $\pm$ 0,28	35,97 $\pm$ 0,22	39,46 $\pm$ 0,52	-3,9191	p<0,01
Перпендикуляр h, мм	11,85 $\pm$ 0,48	12,69 $\pm$ 0,25	15,66 $\pm$ 0,91	-3,0618	p<0,01
Am, мм	16,10 $\pm$ 0,33	16,75 $\pm$ 0,51	15,78 $\pm$ 0,86	-0,0918	p $\geq$ 0,05
Al, мм	16,20 $\pm$ 0,37	19,21 $\pm$ 0,48	23,67 $\pm$ 0,67	-3,9191	p<0,01
α , град	35,71 $\pm$ 1,17	37,76 $\pm$ 1,06	44,97 $\pm$ 2,27	-3,00	p<0,01
γ , град	10,66 $\pm$ 0,43	11,74 $\pm$ 0,52	8,96 $\pm$ 0,75	1,8065	p $\geq$ 0,05
Скуловой диаметр, мм	94,77 $\pm$ 1,61	100,52 $\pm$ 2,14	107,55 $\pm$ 2,56	-2,3777	p<0,01
Верхняя высота лица, мм	62,60 $\pm$ 2,31	66,51 $\pm$ 1,68	73,95 $\pm$ 2,12	-2,3777	p<0,01
КС	100,64 $\pm$ 3,79	90,85 $\pm$ 4,87	67,52 $\pm$ 4,76	3,4292	p<0,01
КИ	36,70 $\pm$ 1,49	35,37 $\pm$ 0,78	39,68 $\pm$ 2,2	-0,3674	p $\geq$ 0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,01

В исследовании зарегистрировано достоверное увеличение средних значений длины глазничной хорды с увеличением поперечного диаметра черепа: у брахикранов она была на 18,15% больше, чем у долихокранов и на 8,85%, чем у мезокранов (рис.16).

Было отмечено, что длины медиального и латерального отрезков хорды меняли свои значения в зависимости от формы черепа. При этом медиальный отрезок достоверных отличий значений своей длины не имел, сохраняя ее в пределах 16,21 $\pm$ 0,02 мм.

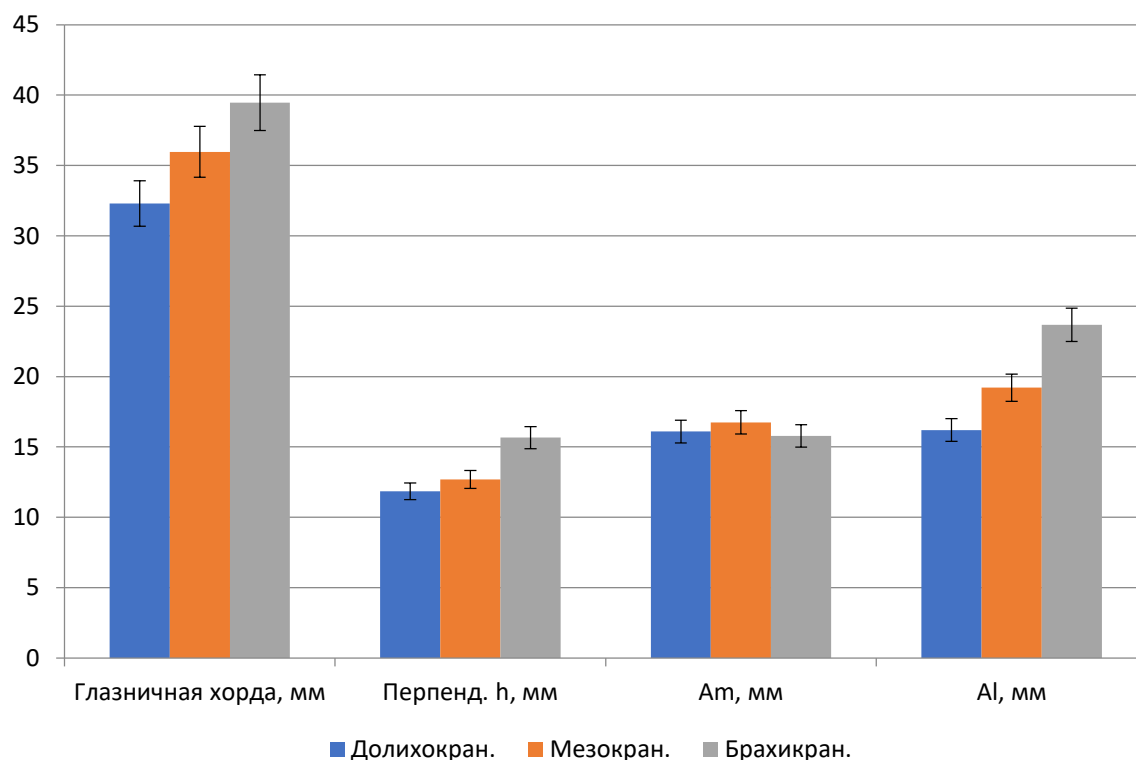


Рисунок 16 – Линейные размеры надглазничного края при разных формах мозгового черепа женщин

В свою очередь латеральный отрезок хорды Al у брахикранов имел бóльшую длину, чем у долихокранов, в среднем на 31,56% (t знач. = -3,8314, при $p < 0,01$) и на 18,85%, чем у мезокранов (рис.17,18). Вместе с тем регистрировалось достоверное изменение значений КС. С увеличением длины отрезка Al дуга надглазничного края становилась менее симметричной. Данные КС позволяют утверждать, что в случае брахикранов дуга надглазничного края чаще всего была не симметрична, и смещена в медиальную сторону, что демонстрировалось уменьшением Am и увеличением средних значений Al.



Рисунок 17 – Череп женщины – долихокрана. Дуга надглазничного края симметрична. КС справа – 75,5; КС слева – 111, 8; хорда глазницы справа – 32,1мм; хорда глазницы слева – 32,4 мм; AL справа – 18,3 мм; Am справа – 17,7 мм; AL слева – 17,1 мм; Am слева – 15,3 мм; h справа – 13,4 мм; h слева – 13,2 мм.

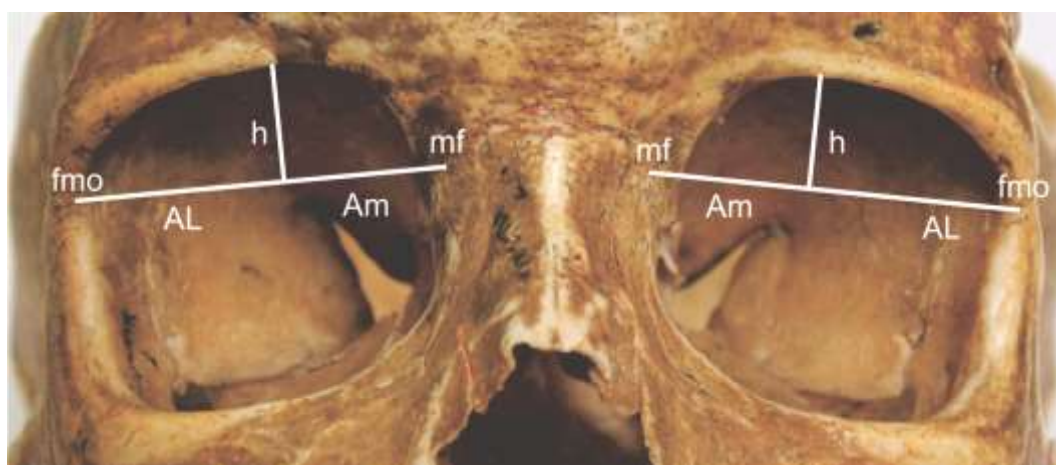


Рисунок 18 – Череп женщины – брахикрана. Дуга надглазничного края несимметрична. КС справа – 75,7; КС слева – 71,5; хорда глазницы справа – 41,3 мм; хорда глазницы слева – 39,8 мм; ALсправа – 23,3 мм; Am справа – 17,8 мм; AL слева – 23,2 мм; Am слева – 16,6 мм; h справа – 15,8 мм; h слева – 14,8 мм.

Средняя длина перпендикуляра h также достоверно возростала. Его среднее значение у брахикранов было на 24,33% больше, чем у долихокранов и на 18,97% больше, чем у мезокранов. Вместе с тем, это никак не отражалось на степени изогнутости надглазничного края, о чем свидетельствовал показатель

КИ. Его средние значения не имели достоверных отличий относительно формы черепа.

В целом, была обнаружена корреляция сильной тесноты формы мозгового отдела черепа с: глазничной хордой (Спирмен знач.=0,8202, при $p<0,001$), латеральным отрезком хорды Al (Спирмен знач.=0,8182, при $p<0,001$), КС (Спирмен знач.= -0,7159, при $p<0,001$); средней тесноты была выявлена корреляция формы мозгового отдела и таких показателей как h (Спирмен знач.=0,6394, при $p<0,001$) и угол α (Спирмен знач.=0,6264, при $p<0,001$).

При внутригрупповом исследовании было показано, что некоторые параметры в группе долихокранов обладали между собой достоверной корреляцией. Глазничная хорда показывала наличие корреляции средней тесноты с Al (Спирмен знач.=0,6028, при $p<0,001$) и углом γ (Спирмен знач.=0,5998, при $p<0,001$). Перпендикуляр h имел корреляцию сильной тесноты с КИ (Спирмен знач.=0,8576, при $p<0,001$) и углом α (Спирмен знач.=0,8783, при $p<0,001$), средней тесноты – с углом γ (Спирмен знач.= -0,5489, при $p<0,001$). Угол γ обладал тесной корреляцией с КИ (Спирмен знач.= -0,7685, при $p<0,001$) и углом α (Спирмен знач.= -0,7715, при $p<0,001$).

В группе мезокранов показатель глазничной хорды имел корреляцию умеренной тесноты с углом α (Спирмен знач.= -0,4313, при $p<0,001$) и КИ (Спирмен знач.= -0,4972, при $p<0,001$). Перпендикуляр h обладал корреляцией высокой тесноты с КИ (Спирмен знач.=0,9443, при $p<0,001$) и средней тесноты с углом α (Спирмен знач.=0,6349, при $p<0,001$). Угол γ не имел достоверной корреляции ни с одним из исследованных показателей. При этом угол α обладал корреляцией высокой тесноты с КС (Спирмен знач.= -0,7731, при $p<0,001$), с Am (Спирмен знач.= -0,8026, при $p<0,001$), умеренной тесноты корреляцией с КИ (Спирмен знач.=0,6920, при $p<0,001$), Al (Спирмен знач.=0,6470, при $p<0,001$), h (Спирмен знач.=0,6349, при $p<0,001$) и глазничной хордой.

В группе брахикранов глазничная хорда имела корреляцию высокой тесноты с Am (Спирмен знач.=0,8503, при $p<0,001$) и КС (Спирмен

знач.=0,8095, при $p<0,001$). С показателем КИ также корреляцию высокой тесноты имели h (Спирмен знач.=0,8742, при $p<0,001$) и угол α (Спирмен знач.=0,8571, при $p<0,001$). Кроме того, отрезок Am имел корреляцию высокой тесноты с KC (Спирмен знач.=0,970, при $p<0,001$). В свою очередь достоверной корреляции отрезка Al с другими параметрами в данной группе отмечено не было.

Таким образом, исследование выявило особенности пространственной организации и достоверные изменения линейных размеров параметров надглазничного края лобной кости у женщин при разных формах мозгового отдела черепа. Было выявлено, что при разной форме черепа достоверные отличия имели практически все параметры. Исключение составили медиальный отрезок глазничной хорды Am , угол γ и КИ.

При рассмотрении половых особенностей линейных размеров и пространственного расположения надглазничного края лобной кости были получены следующие результаты.

При форме черепа соответствующей долихокранам нами было обнаружено достоверное отличие длины глазничной хорды: у мужчин ее среднее значение было больше на 4% (U знач.= 2,4526, при $p<0,05$) чем у женщин. Также в мужской группе латеральный отрезок хорды Al был длиннее на 11% (U знач.= 1,9746, при $p<0,01$). Больше никакие показатели достоверно не отличались.

В случае мезокранов достоверно отличались только значения длины глазничной хорды. Ее значение у мужчин достоверно было больше на 2,3% чем у женщин (U знач.= 2,3589, при $p<0,01$).

При форме головы соответствующей брахикранам статистически достоверных отличий между мужчинами и женщинами выявлено не было.

Оценивая общую направленность изменений, следует отметить, что у представителей обоих полов динамика значений выбранных для исследования параметров имеет одинаковое направление в сторону увеличения линейных размеров и снижения симметричности дуги надглазничного края в ряду от

долихокранов к брахикранам. При этом достоверных отличий степени изогнутости (или изменений ее симметричности) надглазничного края при разных формах мозгового черепа по половому признаку нами выявлено не было, что позволило нам провести общее исследование его линейных и пространственных признаков относительно формы черепа.

Нами были изучены особенности линейных, угловых и расчетных параметров надглазничного края в зависимости от формы мозгового отдела черепа (табл.11).

Таблица 11 – Линейные размеры и индексы надглазничного края при разных формах мозгового отдела черепа (n=94)

Параметр	M±m			U-критерий Манна-Уитни	p уровень
	Долихокrania n=34 (36%)	Мезокrania n=14 (14%)	Брахикrania n=46 (50%)		
Глазничная хорда, мм	32,92±0,24	36,30±0,18	39,92±0,40	5,29991	p<0,01
Перпендикуляр h, мм	11,92±0,29	12,95±0,20	15,08±0,64	4,23813	p<0,01
Am, мм	15,87±0,32	16,84±0,62	15,81±0,79	0,10096	p>0,01
Al, мм	17,06±0,42	19,51±0,43	24,07±0,68	5,04166	p<0,01
α, град	36,87±0,83	38,01±0,92	46,08±1,62	4,19807	p<0,01
γ, град	10,80±0,32	11,54±0,48	9,77±0,52	-1,23608	p>0,01
Скуловой диаметр, мм	96,0±1,01	101,82±1,36	107,74±1,86	3,64926	p<0,01
Верхняя высота лица, мм	65,43±1,63	68,26±1,21	75,66±1,65	3,34575	p<0,01
Коэффициент симметрии (КС)	95,40±3,64	89,86±3,66	66,83±4,09	-3,83112	p<0,01
Коэффициент изогнутости (КИ)	36,25±0,93	35,73±0,62	37,93±1,55	0,35287	p>0,01

*выделены достоверные отличия при p<0,01

Было выявлено, что с увеличением поперечного размера черепа достоверно изменялись некоторые их значения. Так, показатель глазничной хорды у мезокранов был достоверно больше, чем у долихокранов на 10% больше (p<0,01), а у брахикранов – больше на 16% (p<0,01). При этом длина

глазничной хорды у брахикранов была достоверно больше, чем у мезокранов на 7,4% ($p < 0,01$). Наименьшая высота перпендикуляра h также отмечалась в группе долихокранов: $11,92 \pm 0,29$ мм, что на 8% меньше, чем у мезокранов и на 21% меньше, чем у брахикранов ($p < 0,01$).

С увеличением поперечного размера черепа также достоверно увеличивалась длина латерального отрезка глазничной хорды Al . Его средние значения в группе мезокранов были достоверно больше, чем у долихокранов на 12,5% ($p < 0,01$), а в группе брахикранов – на 29% ($p < 0,01$). При этом, регистрировалось достоверное отличие его длины в группах брахи- и мезоцефалов на 19% ($p < 0,01$). Вместе с тем, длина медиального отрезка глазничной хорды в группах относительно формы черепа достоверно не изменялась, ее значения в среднем составили $16,17 \pm 0,12$ мм.

Угол α обнаруживал достоверные изменения при разных формах черепа. Так, наименьшие его значения были зарегистрированы на черепках долихокранной формы $36,87 \pm 0,83$ град, при увеличении поперечного диаметра его значение также возрастало: у мезокранов – на 3% ($p < 0,01$), у брахикранов – на 19,9% ($p < 0,01$).

При этом, угол γ не показывал достоверных изменений своих значений. Данный показатель не зависимо от формы мозгового отдела черепа оставался в пределах $10,6 \pm 1,56$ град.

Также не изменялся достоверно и КИ. Независимо от формы черепа его значения в среднем соответствовали $36,6 \pm 0,42$. Вместе с тем показатель КС напротив, показывал статистически достоверные отличия своих значений. Так нами было выявлено, что с увеличением поперечного диаметра мозгового отдела черепа происходило снижение его значений. Наименьший КС был зарегистрирован при брахикранной форме: $66,83 \pm 4,09$, что на 25,6% меньше, чем у мезокранных черепов и на 30% меньше, чем у доликранных черепов. При этом отличия между долихокранами и мезокранами также были статистически достоверны и составили 6% ($p < 0,01$).

При помощи расчета коэффициента ранговой корреляции Спирмена нами была изучена корреляция выбранных параметров и формы мозгового отдела черепа. Было выявлено, что большая часть изученных параметров имела статистически достоверную корреляцию с формой мозгового отдела черепа. Так, была выявлена корреляция высокой тесноты формы черепа с хордой глазницы (0,81 при $p < 0,001$), латеральным отрезком глазничной хорды (0,72, при $p < 0,001$), скуловым диаметром (0,75, при $p < 0,001$), корреляция умеренной тесноты - с верхней высотой лица (0,62, при $p < 0,001$), значениями перпендикуляра h (0,56, при $p < 0,001$), коэффициентом симметрии (0,42, при $p < 0,001$) и углом α (0,41, при $p < 0,001$). При этом было отмечено наличие корреляции высокой тесноты между коэффициентом изогнутости надглазничного края и значениями перпендикуляра h (0,76, при $p < 0,001$).

Оценивая полученные данные, можно отметить, что форма черепа имеет статистически достоверную корреляцию с большинством линейных, угловых и расчетных параметров надглазничного края (рис.19).

Выявлена тенденция к увеличению средних значений линейных и угловых характеристик надглазничного края в ряду от долихо- к брахикранной форме черепа. При этом отмечается снижение симметрии изогнутости надглазничного края (рис.20). У черепов с долихокранной формой надглазничный край имел более симметричную форму дуги относительно перпендикуляра h : $95,40 \pm 3,64$ у долихокранов и $66,83 \pm 4,09$ у брахикранов. При этом нами не было отмечено достоверных отличий степени изогнутости надглазничного края лобной кости и значений угла его ротации относительно формы черепа.

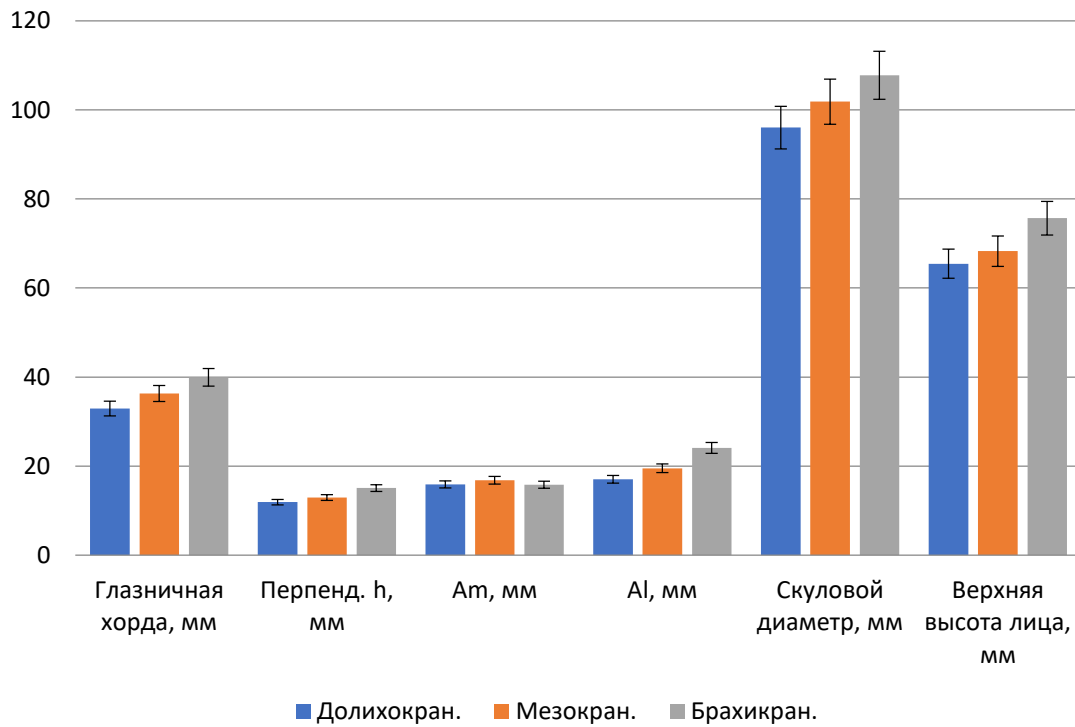


Рисунок 19 – Линейные размеры параметров надглазничного края и лицевого отдела черепа при разных формах мозгового черепа

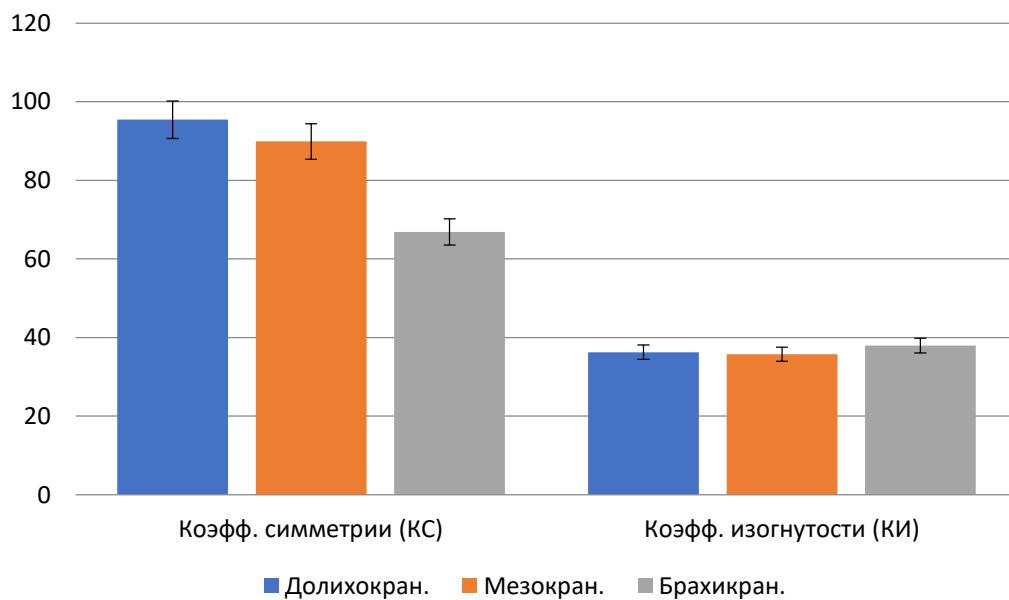


Рисунок 20 – Динамика значений коэффициентов надглазничного края в зависимости от формы мозгового черепа

3.2. Анатомическая индивидуальная изменчивость лобной пазухи человека

3.2.1. Половые и возрастные особенности линейных размеров и пространственной организации пазухи лобной кости человека

В среднем ширина лобной пазухи у мужчин и женщин в возрасте от 17 до 90 лет составила $61,53 \pm 1,65$ мм, при этом выявлено, что ширина лобной пазухи у мужчин статистически достоверно больше ширины лобной пазухи женщин на 13,6% ($p < 0,05$) (табл.12).

Таблица 12 – Основные размеры лобной пазухи у мужчин и женщин

Параметр	$M \pm m$ (min; max)	$M \pm m$ (min; max) Мужчины (n=89)	$M \pm m$ (min; max) Женщины (n=54)	t- коэфф.	p уровень
Ширина лобной пазухи, мм	$61,53 \pm 1,65$ (24; 123)	$63,99 \pm 1,93$ (24; 123)	$55,25 \pm 2,93$ (26,8; 91,2)	2,48	0,015
Высота правой половины лобной пазухи, мм	$19,4 \pm 0,91$ (5; 82)	$20,5 \pm 1,13$ (5; 82)	$16,57 \pm 1,41$ (5,7; 43,2)	2,16	0,033
Высота левой половины лобной пазухи, мм	$20,46 \pm 0,98$ (7,2; 80)	$22,01 \pm 1,2$ (8,8; 80)	$16,51 \pm 1,45$ (7,2; 46,5)	2,90	0,004
Высота лобной пазухи (от nasion), мм	$30,85 \pm 0,99$ (13,3; 64)	$32,49 \pm 1,15$ (14,8; 64)	$26,66 \pm 1,77$ (13,3; 48,5)	2,75	0,007
Глубина лобной пазухи в средней точке ее высоты, мм	$9,95 \pm 0,43$ (3; 33,2)	$10,79 \pm 0,53$ (3; 33,2)	$7,79 \pm 0,56$ (3,2; 19,5)	3,83	0,0002
Глубина лобной пазухи в основании, мм	$11,57 \pm 0,57$ (3,6; 34)	$12,63 \pm 0,72$ (3,6; 34)	$8,86 \pm 0,6$ (4,6; 18,1)	3,98	0,0001
Толщина передней стенки лобной пазухи, мм	$1,75 \pm 0,08$ (0,5; 5)	$1,78 \pm 0,1$ (0,5; 5)	$1,66 \pm 0,12$ (0,7; 4)	0,74	0,457
Толщина задней стенки лобной пазухи, мм	$2,32 \pm 0,14$ (0,9; 8,3)	$2,38 \pm 0,17$ (0,9; 8)	$2,17 \pm 0,21$ (0,9; 8,3)	0,73	0,465

*выделены достоверные отличия при $p < 0,05$.

Средние значения высоты правой половины лобной пазухи у мужчин в данной выборке составляют $20,5 \pm 1,13$ мм, что на 19,2% больше, чем у женщин

($p < 0,05$). Высота левой половины лобной пазухи также статистически достоверно ($p < 0,01$) больше у мужчин на 24,9% – средние значения составили у мужчин $22,01 \pm 1,2$ мм, у женщин $16,51 \pm 1,45$ мм.

При сравнении высоты правой и левой половин лобной пазухи у лиц одного пола выявлено незначительное, на 6,8%, и статистически недостоверное ($p > 0,05$) преобладание высоты левой половины лобной пазухи у мужчин.

Высота лобной пазухи при измерении от точки Nasion статистически достоверно преобладает у мужчин - $32,49 \pm 1,15$ мм, что на 17,9% больше показателя у женщин ($p < 0,05$). На черепах мужчин средние значения глубины лобной пазухи в средней точке ее высоты на 27,8% ($10,79 \pm 0,53$ мм) больше ($p < 0,01$), чем у женщин ($7,79 \pm 0,56$ мм).

Значения глубины в основании лобной пазухи также статистически достоверно больше ($p < 0,01$) у мужчин на 29,8% ($12,63 \pm 0,72$ мм), чем у женщин такого же возраста ($8,86 \pm 0,6$ мм). Не определены половые различия средних величин толщины передней и задней стенок лобной пазухи ($p > 0,05$). У мужчин средний показатель толщины передней стенки лобной пазухи составил $1,78 \pm 0,1$ мм, у женщин - $1,66 \pm 0,12$ мм. Средний показатель толщины задней стенки у мужчин составил $2,38 \pm 0,17$ мм, у женщин - $2,17 \pm 0,21$ мм.

Таким образом, толщина задней стенки лобной пазухи в среднем на 25% больше толщины передней стенки у мужчин и, соответственно, на 23,5% у женщин ($p < 0,05$).

3.2.2. Линейные размеры лобной пазухи у мужчин разного возраста

Средние значения ширины лобной пазухи, высоты правой и левой половин преобладают над таковыми у мужчин первого зрелого и старческого возраста, но эти различия статистически не достоверны ($p > 0,05$) (табл.13). Также, не определены значимые различия высоты лобной пазухи при измерении от Nasion, толщины передней и задней стенки лобной пазухи между изученными возрастными группами.

Таблица 13 – Основные размеры лобной пазухи у мужчин разных возрастных групп

Параметр	M±m (min; max)					t- коэфф.	p уровень
	юношеский (18-21 лет) n=8 (8,9%)	первый зрелый (22- 35 лет) n=38 (42,7%)	второй зрелый (36–60 лет) n=34 (38,2%)	пожилой (61-75 лет) n=5 (5,6%)	старческий (76- 90 лет) n=4 (4,6%)		
Ширина лобной пазухи, мм	57,06±8,88 (24; 92,2)	65,46±3,27 (32,6; 123)	64,05±2,48 (34,6; 92)	59,94±6,29 (39,3;78,1)	68,57±6,41 (52; 80,4)	t<2,0	p>0,05
Высота правой половины лобной пазухи, мм	17±2,63 (5; 26,8)	21,7±2,03 (8,3; 82)	19,53±1,53 (7,6; 44)	19,92±4,39 (10,8;31,7)	23,92±3,5 (14; 29,4)	t<2,0	p>0,05
Высота левой половины лобной пазухи, мм	19,85±5,52 (9,8; 31)	23,54±2,09 (9,5; 80)	20,66±1,79 (8,8; 45)	19,82±4,02 (10,9; 33)	23,47±4,41 (15; 35,2)	t<2,0	p>0,05
Высота лобной пазухи (от nasion), мм	33,3±3,55 (21,4; 49)	32,68±1,83 (15,3; 64)	32,21±1,80 (14,8;49,1)	30,3 ±5,32 (17; 43,5)	29,22±6,03 (19; 46,7)	t<2,0	p>0,05
Глубина лобной пазухи в средней точке ее высоты, мм	8,47±0,71¹ (6; 11,6)	11,8±0,89¹ (3,8; 33,2)	10,11±0,82 (3; 28,4)	10,04±2,43 (5; 18,8)	11,32±2,27 (5; 15,6)	1 - -2,9	1 – 0,006
Глубина лобной пазухи в основании, мм	10,87±1,29 (5,8; 17)	14,13±1,29¹ (3,7; 34)	11,64±1,04 (3,6; 30)	9,7±1,66¹ (4,8; 14)	11,45±2,91 (7; 19,8)	1 – 2,01	1 – 0,05
Толщина передней стенки лобной пазухи, мм	1,57±0,37 (0,7; 4)	1,65±0,15 (0,7; 5)	1,95±0,17 (0,5; 5)	1,7±0,41 (1; 3,3)	2,37±0,64 (0,9; 4)	t<2,0	p>0,05
Толщина задней стенки лобной пазухи, мм	2,85±0,81 (1,2; 7)	2,44±0,29 (0,9; 8)	2,12±0,18 (1; 5)	2,66±1,21 (1; 7,5)	2,65±0,73 (1,3; 4,7)	t<2,0	p>0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05.

Средние значения глубины лобной пазухи в средней точке ее высоты в первой зрелом возрасте ($11,8 \pm 0,89$ мм) превышают средние значения данного показателя во всех других возрастных группах и статистически достоверно, на 28%, превышают данный показатель в юношеском возрасте ($p < 0,05$). Также, в возрастной группе от 22 до 35 лет средний показатель глубины лобной пазухи в основании ($14,13 \pm 1,29$ мм) преобладает над соответствующими показателями в других возрастных группах и статистически достоверно ($p < 0,05$) преобладает на 31% над показателем в пожилом возрасте ($9,7 \pm 1,66$ мм).

3.2.3. Линейные размеры лобной пазухи у женщин разных возрастных групп

Средние значения ширины лобной пазухи у женщин в возрастной группе 76 лет и старше составили $65,94 \pm 5,81$ мм, что больше данного показателя в других возрастных группах (табл.14). Причем, ширина лобной пазухи у женщин 76-90 лет статистически достоверно больше ($p < 0,05$) соответствующего показателя у женщин первого зрелого возраста на 27%.

Средние значения высоты правой и левой половин лобной пазухи, а также высоты лобной пазухи от Nasion, не имеют достоверных различий в представленных возрастных группах. Выявлено преобладание средних значений глубины лобной пазухи в средней точке ее высоты у женщин первого зрелого возраста ($9,35 \pm 1,24$ мм). Данное преобладание статистически достоверно ($p < 0,05$) по сравнению с показателями у женщин второго зрелого возраста ($6,18 \pm 0,55$ мм) и разница составляет 33,9%.

Толщина задней стенки лобной пазухи у женщин старческого возраста на 39,7% и 38,8% больше толщины задней стенки женщин первого и второго зрелого возраста соответственно ($p < 0,05$).

Таблица 14 – Основные размеры лобной пазухи у женщин разных возрастных групп

Параметр лобной пазухи, мм	M±m (min; max)				t-коэфф.	p уровень
	первый зрелый (22-35 лет) n=17 (32,3%)	второй зрелый (36-60 лет) n=17 (32,3%)	пожилой (61-75 лет) n=11 (20,6%)	старческий (76-90 лет) n=9 (14,8%)		
Ширина лобной пазухи, мм	47,95 ± 4,08¹ (26,8; 80,4)	59,84 ± 6,4 (27,6; 91,2)	56,58 ± 5,81 (36,6; 86,7)	65,94 ± 5,81¹ (52; 78)	1 - 2,13	1 - 0,044
Высота правой половины лобной пазухи, мм	14,24 ± 1,95 (8,2; 31,2)	16,1 ± 3,12 (5,7; 43,2)	18,87 ± 3,14 (6,1; 31)	19,56 ± 3,19 (14; 30)	t<2,0	p>0,05
Высота левой половины лобной пазухи, мм	13,54 ± 1,44 (7,9; 22,8)	17,31 ± 3,44 (7,2; 46,5)	18,95 ± 3,78 (8,5; 35,4)	17,84 ± 2,17 (14,5; 26)	t<2,0	p>0,05
Высота лобной пазухи (от nasion), мм	23,7 ± 2,06 (15,4; 38,3)	28,65 ± 3,72 (14,2; 46)	30,81 ± 5,24 (13,3; 48,5)	22,98 ± 1,63 (19; 26,2)	t<2,0	p>0,05
Глубина лобной пазухи в средней точке ее высоты, мм	9,35 ± 1,24¹ (3,2; 19,5)	6,18 ± 0,55¹ (3,3; 10)	8,61 ± 1,21 (5; 14)	6,76 ± 1,19 (5; 11,4)	1 - 2,33	1 - 0,035
Глубина лобной пазухи в основании, мм	9,83 ± 1,06 (6,1; 17,4)	7,92 ± 1,09 (4,6; 15)	9,91 ± 1,59 (5,6; 18,1)	7,34 ± 0,62 (5,5; 9,3)	t<2,0	p>0,05
Толщина передней стенки лобной пазухи, мм	1,41 ± 0,13¹ (1; 2,2)	1,43 ± 0,15² (0,7; 2,4)	1,92 ± 0,28 (0,9; 3,1)	2,34 ± 0,47¹⁺² (1,1; 4)	1- -2,36 2- -2,22	1 - 0,030 1 - 0,039
Толщина задней стенки лобной пазухи, мм	1,89 ± 0,18 (1; 3)	1,95 ± 0,19 (0,9; 3)	2,1 ± 0,32 (1,1; 3,9)	3,42 ± 1,22 (2; 8,3)	t<2,0	p>0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05

3.2.4. Особенности линейных размеров и пространственной организации лобной пазухи у мужчин в зависимости от формы черепа

Средние значения ширины лобной пазухи в данной выборке преобладают у мужчин с брахикранной формой черепа – $64,78 \pm 2,56$ мм, что на 3,4% больше, чем у мужчин с мезокранной и на 3,8% больше, чем у мужчин с долихокранной формой черепа, но эта разница не достоверна (табл.15).

Таблица 15 – Основные размеры лобной пазухи при разных формах мозгового отдела черепа у мужчин

Параметр	M±m			t знач.	p уровень
	Долихокrania n=12 (13,5%)	Мезокrania n=20 (22,5%)	Брахикrania n=57 (64%)		
Ширина лобной пазухи, мм	$62,32 \pm 5,39$ (32,6; 89,4)	$62,58 \pm 3,38$ (34,6; 92,2)	$64,78 \pm 2,56$ (24; 123)	t<2	p>0,05
Высота правой половины лобной пазухи, мм	$19,97 \pm 3,07$ (12,5; 44)	$21,34 \pm 1,81$ (7,6; 36)	$20,3 \pm 1,53$ (5; 82)	t<2	p>0,05
Высота левой половины лобной пазухи, мм	$22,63 \pm 3,5$ (10,1; 44)	$22,86 \pm 2,12$ (8,8; 45)	$21,61 \pm 1,58$ (9,4; 80)	t<2	p>0,05
Высота лобной пазухи (от nasion), мм	$33,27 \pm 3,26$ (23,6; 49)	$36,28 \pm 2,19$ (15,3; 47)	$31,03 \pm 1,45$ (14,8; 64)	t<2	p>0,05
Глубина лобной пазухи в средней точке ее высоты, мм	$9,16 \pm 1,07$ (5,1; 14,1)	$11,31 \pm 0,98$ (3; 20)	$10,9 \pm 0,72$ (3,8; 33,2)	t<2	p>0,05
Глубина лобной пазухи в основании, мм	$10,31 \pm 1,73^1$ (3,7; 19,8)	$15,82 \pm 1,99^1$ (7,6; 34)	$11,93 \pm 0,77$ (3,6; 31)	1 – -2,08	p=0,036
Толщина передней стенки лобной пазухи, мм	$1,78 \pm 0,33$ (0,9; 4)	$2,21 \pm 0,29$ (0,7; 5)	$1,63 \pm 0,11$ (0,5; 5)	t<2	p>0,05
Толщина задней стенки лобной пазухи, мм	$2,67 \pm 0,57$ (1,3; 6)	$3,25 \pm 0,46^1$ (1,2; 8)	$2,02 \pm 0,17^1$ (0,9; 7)	1 – 2,46	p=0,019

*выделены достоверные отличия при p<0,05

Средние показатели высоты правой и левой половин лобной пазухи, высоты лобной пазухи при измерении от точки Nasion так же не имели статистически достоверных отличий в зависимости от формы черепа мужчин. В среднем, высота правой половины лобной пазухи у мужчин с мезокранной формой черепа составила $21,34 \pm 1,81$ мм, что на 6,4% и на 4,8% превышает соответствующий показатель у мужчин с долихокранной и брахикранной формой черепа соответственно. У мужчин с мезокранной формой черепа отмечалось незначительное преобладание средних значений высоты левой половины лобной пазухи по сравнению с данным показателем у мужчин с долихокранной и брахикранной формой черепа - на 1% и на 5,5% соответственно. Средние значения высоты лобной пазухи от точки Nasion у мезокранов на 8,3% больше, чем у долихокранов и на 14,4% больше, чем у мезокранов (рис.21,22,23).

В случае мезокранов достоверно отличались значения глубины лобной пазухи в ее основании и толщины задней стенки лобной пазухи. Значения глубины лобной пазухи в основании достоверно было больше на 34,8% у мезокранов, чем у долихокранов. Толщина задней стенки лобной пазухи достоверно больше на 37,8% у мезокранов, чем у брахикранов.



Рисунок 21 – Вариант асимметричной, бухтообразной, средней ширины и высоты лобной пазухи на рентгенограмме мужчины-брахикрана

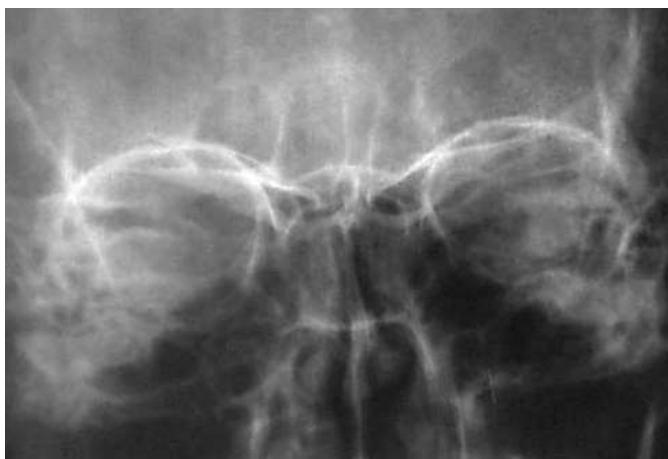


Рисунок 22 – Вариант асимметричной, бухтообразной, узкой, средней высоты лобной пазухи, имеющей полные дополнительные перегородки, на рентгенограмме мужчины-мезокрана



Рисунок 23 – Вариант асимметричной, бухтообразной, узкой, средней высоты лобной пазухи на рентгенограмме мужчины-долихокрана

3.2.5. Особенности линейных размеров и пространственной организации лобной пазухи у женщин в зависимости от формы черепа

При оценке результатов краниометрического исследования лобных пазух черепов, принадлежащих лицам женского пола, было обнаружено, что все изучаемые параметры не отличаются достоверными отличиями в зависимости от формы черепа (табл.16).

Таблица 16 – Основные размеры лобной пазухи при разных формах
мозгового отдела черепа у женщин

Параметр	M±m			t знач.	p уровень
	Долихокрания n=8 (14,8%)	Мезокрания n=13 (24,1%)	Брахикрания n=33 (61,1%)		
Ширина лобной пазухи, мм	56,44 ± 10,13 (29,8; 78)	56,76 ± 8,06 (26,8; 86,7)	54,39 ± 3,04 (36,6; 91,2)	t<2	p>0,05
Высота правой половины лобной пазухи, мм	19,8 ± 3,73 (8,8; 30)	18,23 ± 2,75 (9,8; 31,2)	15,18 ± 1,85 (5,7; 43,2)	t<2	p>0,05
Высота левой половины лобной пазухи, мм	19,84 ± 3,77 (7,2; 29)	19,31 ± 3,29 (9,9; 35,4)	14,65 ± 1,76 (7,9; 46,5)	t<2	p>0,05
Высота лобной пазухи (от nasion), мм	32,2 ± 4,95 (21,1; 46)	31,98 ± 4,34 (14,2; 48,5)	23,31 ± 1,8 (13,3; 45)	t<2	p>0,05
Глубина лобной пазухи в средней точке ее высоты, мм	7,14 ± 1,12 (4,8; 11,4)	10,13 ± 1,88 (3,2; 19,5)	7,05 ± 0,43 (3,3; 10)	t<2	p>0,05
Глубина лобной пазухи в основании, мм	9,76 ± 1,77 (4,6; 15)	10,06 ± 1,47 (4,7; 17,4)	8,2 ± 0,68 (4,7; 18,1)	t<2	p>0,05
Толщина передней стенки лобной пазухи, мм	2,34 ± 0,45 (1,5; 4)	1,42 ± 0,2 (1; 2,6)	1,59 ± 0,13 (0,7; 3,1)	t<2	p>0,05
Толщина задней стенки лобной пазухи, мм	3,72 ± 1,15 (2,3; 8,3)	1,76 ± 0,21 (1; 3)	1,97 ± 0,13 (0,9; 3,9)	t<2	p>0,05

*выделены достоверные отличия при p<0,05

Так, средние значения ширины лобной пазухи в данной выборке преобладают у женщин с мезокранной формой черепа - 56,76 ± 8,06 мм, что на 4,2% больше, чем у женщин с брахикранной и на 0,6% больше, чем у женщин с долихокранной формой черепа. Средние значения высоты лобной пазухи от точки Nasion у долихокранов на 0,7% больше, чем у мезокранов и на 27,6% больше, чем у брахикранов. Было отмечено, что высота правой и левой половин лобной пазухи женщин меняли свои значения в зависимости от формы черепа.

Средние показатели высоты правой половины лобной пазухи у женщин с долихокранной формой черепа составила $19,8 \pm 3,73$ мм, что на 7,9% и на 23,3% превышает соответствующий показатель у женщин с мезокранной и брахикранной формой черепа соответственно. Средние показатели высоты левой половины лобной пазухи у женщин с долихокранной формой черепа составила $19,84 \pm 3,77$ мм, что на 2,7% и на 26,1% превышает соответствующий показатель у женщин с мезокранной и брахикранной формой черепа соответственно (рис.24,25,26).



Рисунок 24 – Вариант симметричной, бухтообразной, широкой и средней высоты лобной пазухи на рентгенограмме женщины-брахицефала



Рисунок 25 – Вариант симметричной, бухтообразной, узкой и низкой лобной пазухи на рентгенограмме женщины-мезокрана

Глубина лобной пазухи у женщин с мезокранной формой черепа в среднем на 29,9% преобладала над данным показателем у женщин с долихо- и брахикранной формой черепа.



Рисунок 26 – Вариант симметричной, бухтообразной, узкой и высокой лобной пазухи на рентгенограмме женщины-долихокрана

3.3. Биомеханические связи линейных и расчетных показателей надглазничного края лобной кости, лобной пазухи человека и размеров лицевого отдела черепа

3.3.1. Корреляция основных размеров лобной пазухи с размерами лицевого отдела черепа у мужчин

В ходе изучения корреляционных закономерностей линейных параметров лобной пазухи и размеров лицевого отдела черепа у мужчин были получены следующие результаты (табл.17).

Таблица 17 – Корреляция основных размеров лобной пазухи с размерами лицевого отдела черепа у мужчин

Параметр лобной пазухи, мм M±m	Ширина лица M±m 131,41± 1,39	Верхняя высота лица M±m 74,55 ± 1,26	Ширина альвеолярной дуги M±m 69,39 ± 0,8
Ширина лобной пазухи (63,99 ± 1,93)	R = 0,23 t = 2,19	R = 0,19 t = 1,78	R = 0,24 t = 2,28
Высота правой половины лобной пазухи (20,5 ± 1,13)	R = 0,02 t = 0,23	R = -0,06 t = 0,59	R = 0,32 t = 3,17
Высота левой половины лобной пазухи (22,01 ± 1,2)	R = -0,01 t = 0,08	R = -0,08 t = 0,74	R = 0,34 t = 3,41
Высота лобной пазухи (от nasion) (32,49 ± 1,15)	R = 0,05 t = 0,48	R = -0,11 t = 1,09	R = 0,35 t = 3,51
Глубина лобной пазухи в основании (12,63 ± 0,72)	R = -0,31 t = 3,03	R = -0,44 t = 4,53	R = 0,12 t = 1,18

(R – коэффициент корреляции Пирсона, t – уровень достоверности)

*выделена достоверная корреляционная связь при $t > 2$

Ширина лобной пазухи обладала статистически достоверной положительной корреляцией (рис.27) слабой тесноты с шириной лица ($R = 0,23$, $t = 2,19$) и с шириной альвеолярной дуги ($R = 0,24$, $t = 2,28$). Высота правой и левой половин лобной пазухи и высота лобной пазухи от Nasion мужских черепов также обладали статистически достоверной положительной корреляционной связью слабой тесноты с шириной альвеолярной дуги (рис.28).

При этом достоверной корреляции между высотой лобной пазухи и верхней высотой лица выявлено не было ($R = -0,11$, $t = 1,09$).

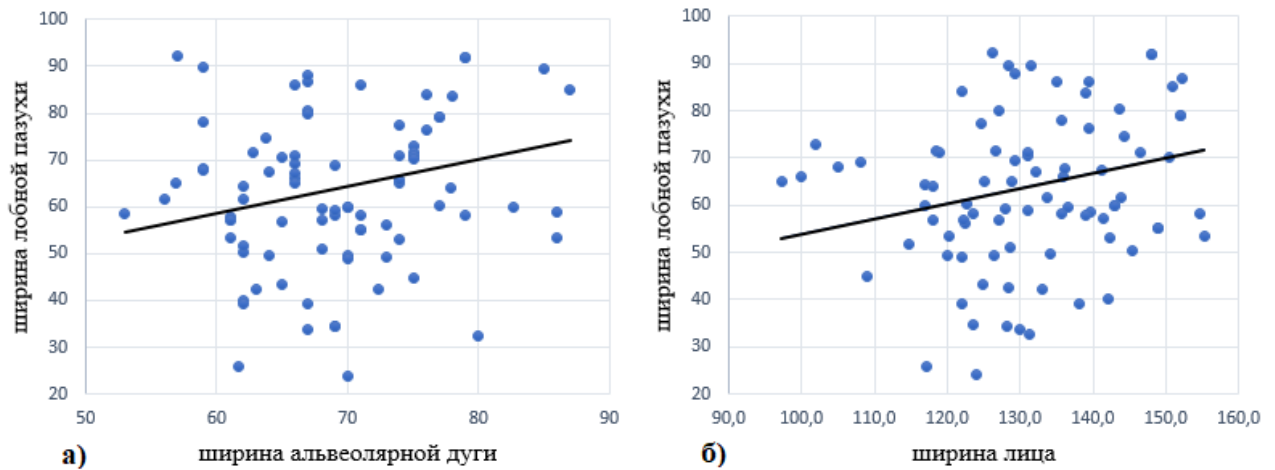


Рисунок 27 – Корреляция ширины лобной пазухи с шириной альвеолярной дуги (а) и с шириной лица (б) у мужчин

Была обнаружена достоверная отрицательная корреляция слабой тесноты глубины лобной пазухи в основании с шириной лица и с верхней высотой лица.

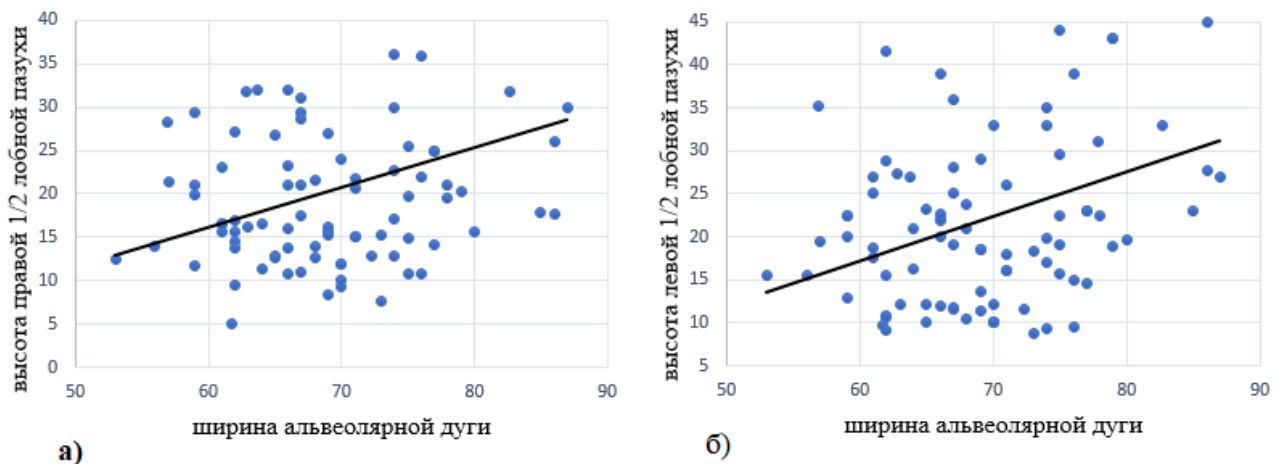


Рисунок 28 – Корреляция высоты правой половины лобной пазухи (а) и левой половины лобной пазухи (б) с шириной альвеолярной дуги у мужчин

3.3.2. Корреляция основных размеров лобной пазухи с размерами лицевого отдела черепа у женщин

При исследовании корреляционных закономерностей линейных параметров лобной пазухи и размеров лицевого отдела черепа у женщин (табл.18) было выявлено, что ширина лобной пазухи обладала статистически

достоверной положительной корреляцией со всеми размерами лицевого отдела черепа – с шириной лица ($R = 0,29$, $t = 2,16$), с верхней высотой лица ($R = 0,28$, $t = 2,15$) и с шириной альвеолярной дуги ($R = 0,42$, $t = 3,38$).

Таблица 18 – Корреляция основных размеров лобной пазухи с размерами лицевого отдела черепа у женщин

Параметр лобной пазухи, мм M±m	Ширина лица M±m (131,21± 1,85)	Верхняя высота лица M±m (72,42 ± 1,91)	Ширина альвеолярной дуги M±m (65,15 ± 1,37)
Ширина лобной пазухи (55,25 ± 2,93)	R = 0,29 t = 2,16	R = 0,28 t = 2,15	R = 0,42 t = 3,38
Высота правой половины лобной пазухи (16,57 ± 1,41)	R = 0,18 t = 1,35	R = 0,10 t = 0,75	R = 0,41 t = 3,27
Высота левой половины лобной пазухи (16,51 ± 1,45)	R = 0,17 t = 1,22	R = 0,08 t = 0,61	R = 0,37 t = 2,92
Высота лобной пазухи (от nasion) (26,66 ± 1,77)	R = 0,15 t = 1,07	R = 0,15 t = 1,14	R = 0,48 t = 4
Глубина лобной пазухи в основании (8,86 ± 0,6)	R = 0,13 t = 0,98	R = -0,06 t = 0,45	R = 0,24 t = 1,81

(R – коэффициент корреляции Пирсона, t – уровень достоверности)

*выделена достоверная корреляционная связь при $t > 2$

При этом, корреляция ширины лобной пазухи с шириной альвеолярной дуги у женщин обладала умеренной теснотой (рис.29), в то время как с шириной лица и верхней высотой лица слабой теснотой.

Высота правой и левой половин лобной пазухи и высота лобной пазухи от Nasion женских черепов, как и у мужчин, также обладали статистически достоверной положительной корреляцией умеренной тесноты с шириной альвеолярной дуги (рис.30).

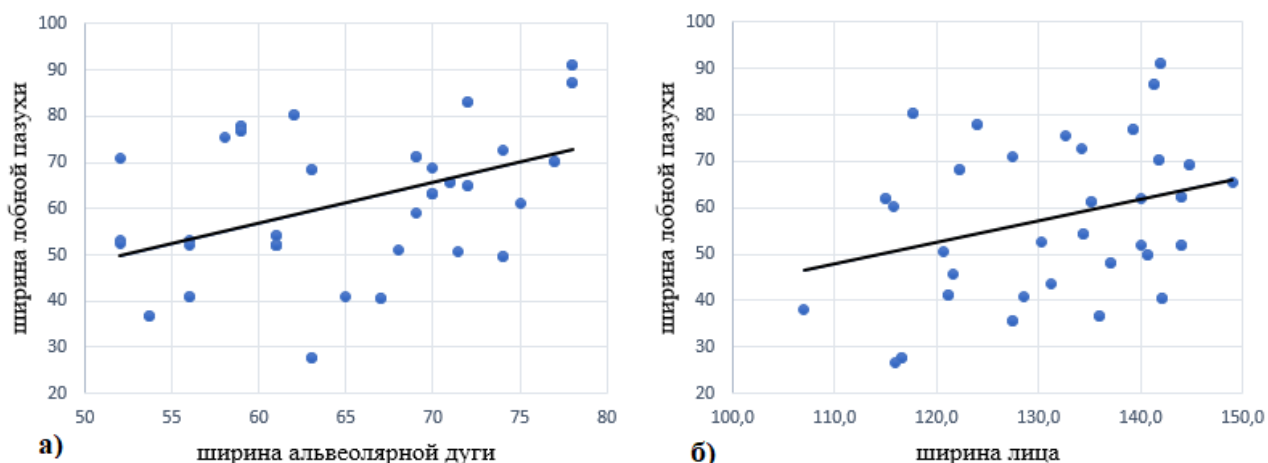


Рисунок 29 – Корреляция ширины лобной пазухи с шириной альвеолярной дуги (а) и с шириной лица (б) у женщин

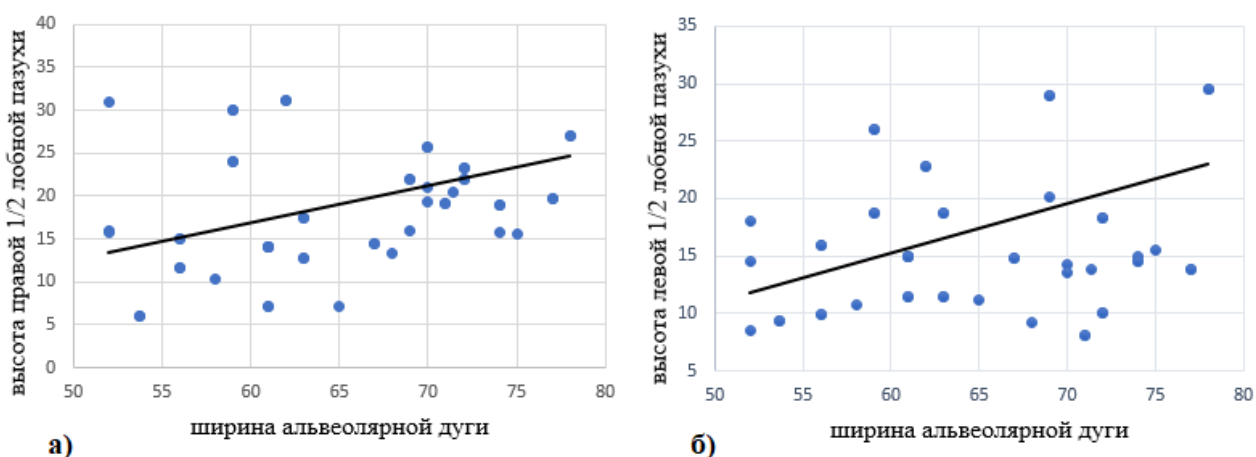


Рисунок 30 – Корреляция высоты правой половины лобной пазухи (а) и левой половины лобной пазухи (б) с шириной альвеолярной дуги у женщин

3.3.3. Взаимосвязь формы надглазничного края и линейных параметров лица и лобной пазухи

Нагрузка, возникающая в процессе жевания и являющаяся физиологическим раздражителем, формирует особую функциональную архитектуру костных структур черепа, позволяющую воспринять и погасить напряжение в зонах максимальной функциональной нагрузки, в участках повышенной прочности – контрфорсах, компенсирующих и передающих избыток напряжения по структурам черепа [95]. Выделяют, в частности, лобно-носовой и альвеолярно-скуловой контрфорсы.

Надглазничный край лобной кости, располагающийся на границе между лицевым и мозговым отделами черепа и являющийся своеобразным ключом к обеим зонам, связывает два эти контрфорса для распределения возникающей при жевании нагрузки.

Напряжение, возникающее в резцах и клыках при захватывании и откусывании, поднимается по лобно-носовому контрфорсу. В проекции краниометрической точки maxillofrontale (mf) происходит распределение напряжения в двух направлениях – вверх по продолжению лобно-носового контрфорса и латерально по медиальной части надглазничного края. При выраженном изгибе дуги надглазничного края результирующая сила этих двух напряжений, рассчитанная по правилу сложения векторов (правило параллелограмма), будет больше (рис.31), чем при надглазничном крае со слабой изогнутостью (рис.32). Именно количественное значение этой результирующей силы будет давать стимул для роста лобной пазухи в высоту.

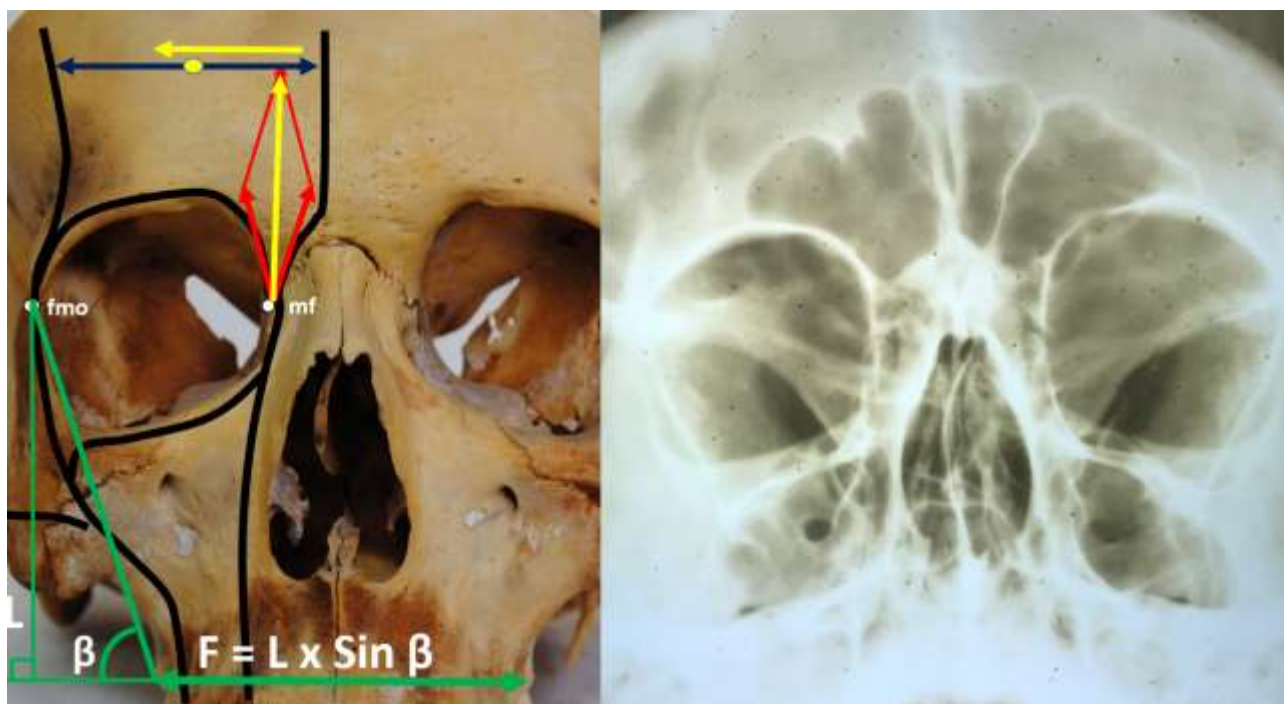


Рисунок 31 – Вариант строения лобной пазухи при средней изогнутости дуги надглазничного края (**Обозначения:** Справа – фото черепа со средней изогнутостью дуги надглазничного края (КИ=41,6); слева – прямая рентгенограмма того же черепа: синус симметричный, широкий, высокий, бухтообразный, с полной дополнительной перегородкой (слева))



Рисунок 32 – Вариант строения лобной пазухи при слабой изогнутости дуги надглазничного края лобной кости (**Обозначения:** Справа – фото черепа со слабой изогнутостью дуги надглазничного края (КИ=28,4); слева – прямая рентгенограмма того же черепа: синус ассиметричный, узкий, средней высоты)

Выше надглазничного края между лобно-носовым и альвеолярно-скуловым контрфорсами возникает напряжение, которое при равном количественном значении должно уравниваться в точках, находящихся ровно посередине между ними в каждой области черепа на протяжении данных контрфорсов. Однако, в альвеолярно-скуловом контрфорсе напряжение физиологически больше, так как акт жевания активно производится премолярами и молярами, от которых данный контрфорс начинается. Следовательно, расположение точек, в которых уравнивается напряжение сил, смещается в латеральную сторону, в сторону альвеолярно-скулового контрфорса.

Большему напряжению в альвеолярно-скуловом контрфорсе способствует и ширина альвеолярной дуги. Чем шире альвеолярная дуга, тем больше угол (угол β) между условной линией, являющейся продолжением ширины альвеолярной дуги, и линией, соединяющей наиболее латеральную точку альвеолярной дуги верхней челюсти и краниометрическую точку frontomale orbitale (fmo), в которой напряжение в альвеолярно-скуловой контрфорсе

распределяется на надглазничный край и на височный отросток лобной кости. Сила напряжения в данной случае будет рассчитываться по формуле:

$$F=L*\sin \beta$$

где L – перпендикуляр, проведенный от точки f_{mo} до условной линии, являющейся продолжением ширины альвеолярной дуги.

При широкой альвеолярной дуге угол β будет больше, следовательно, и сила напряжения, рассчитанная по указанной формуле, в альвеолярно-скуловом контрфорсе будет больше, чем при узкой альвеолярной дуге, вследствие чего, и смещение точки, уравнивающей напряжение между скуло-альвеолярным и лобно-носовым контрфорсами при большей ширине альвеолярной дуги будет смещаться более латерально, чем при меньшей ширине альвеолярной дуги.

Таким образом, при большой изогнутости дуги надглазничного края лобная пазуха имеет тенденцию к большей высоте, при меньшей изогнутости – к большей ширине (рис.33).

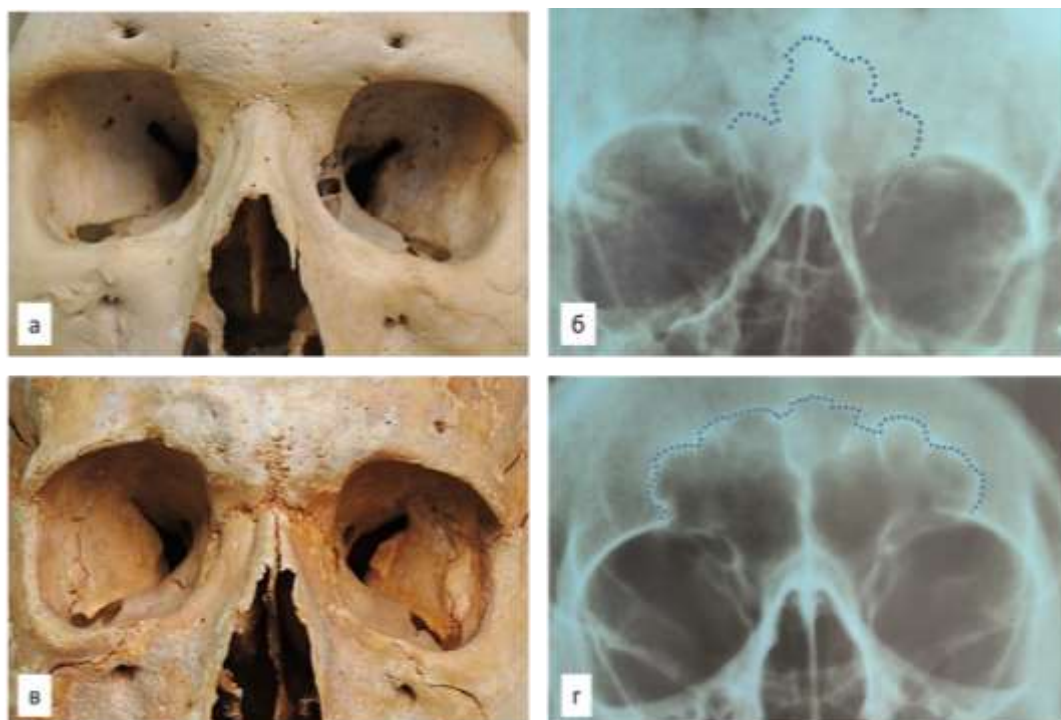


Рисунок 33 – Варианты строения лобной пазухи в зависимости от формы надглазничного края лобной кости

(Обозначения: а) фото черепа человека со слабой изогнутостью дуги; б) прямая рентгенограмма того же черепа: синус ассиметричный, узкий, средней высоты, бухтообразный; в) фото черепа со средней изогнутостью дуги; г) прямая рентгенограмма того же черепа: синус симметричный, широкий, высокий, бухтообразный)

Средние значения ($M \pm m$) линейных показателей лица при небольшой, средней и большой степени выраженности изогнутости надглазничного края составили соответственно (рис. 34): верхняя высота лица – $64,05 \pm 2,11$ мм, $69,88 \pm 1,22$ мм и $71,73 \pm 1,23$ мм; скуловой диаметр – $101,61 \pm 1,96$ мм, $102,05 \pm 1,05$ мм и $105,51 \pm 1,81$ мм; ширина альвеолярной дуги – $52,71 \pm 2,44$ мм, $54,25 \pm 1,37$ мм, $57,56 \pm 2,65$ мм.

Таким образом, было обнаружено, что при большой изогнутости надглазничного края верхняя высота лица была на 10,7% больше, чем при небольшой изогнутости; скуловой диаметр – на 3,7%, а ширина альвеолярной дуги – на 8,4%.

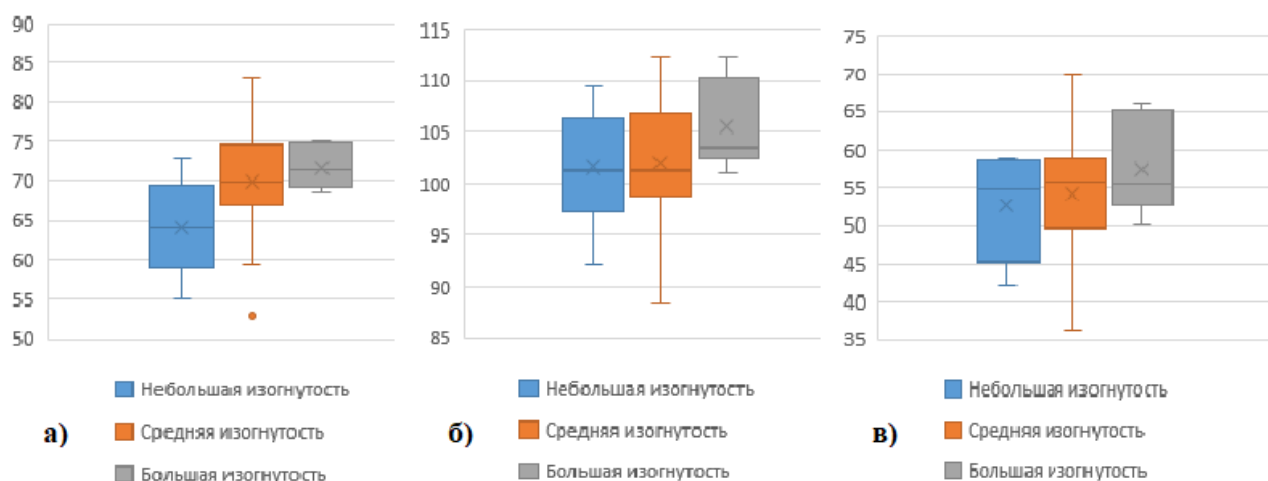


Рисунок 34 – Взаимосвязь изогнутости надглазничного края и линейных показателей лица (**Обозначения:** а) верхняя высота лица, б) скуловой диаметр, в) ширина альвеолярной дуги)

Средние значения ($M \pm m$) линейных показателей лобной пазухи при небольшой, средней и большой степени выраженности изогнутости дуги надглазничного края составили соответственно (рис. 35): ширина лобной пазухи – $46,86 \pm 3,75$ мм, $55,46 \pm 3,09$ мм и $69,05 \pm 5,64$ мм; высота правой половины лобной пазухи – $11,46 \pm 1,33$ мм, $13,82 \pm 1,51$ мм и $22,11 \pm 4,28$ мм; высота левой половины лобной пазухи – $12,13 \pm 1,05$ мм, $14,98 \pm 0,99$ мм, $19,88 \pm 5,33$ мм.



Рисунок 35 – Взаимосвязь изогнутости надглазничного края и линейных показателей лобной пазухи (**Обозначения:** а) ширина лобной пазухи, б) высота правой половины лобной пазухи, в) высота левой половины лобной пазухи)

Было обнаружено, что при большой изогнутости дуги надглазничного края, в среднем, ширина лобной пазухи была больше на 32,1%; высота правой половины лобной пазухи – больше на 48,1%, а высота левой половины лобной пазухи – больше на 38,9% соответствующего показателя при небольшой изогнутости.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Морфология черепа человека является результатом сложных процессов, которые включают в себя скоординированный рост и взаимодействие его компонентов для поддержания функционального и структурного равновесия.

Череп представляет собой анатомически сложную систему, которая уже более двух столетий является центром исследований в области анатомии позвоночных. Знание принципов взаимодействия структурных компонентов в системе черепа является необходимым фундаментом для понимания его анатомических особенностей, индивидуальной изменчивости и онтогенетических трансформаций.

Наиболее точно развитие черепа в постнатальном онтогенезе описывает теория матриц и принцип контрагента D.H. Enlow (1996) [82].. В соответствии с этой теоретической основой, скелет лица человека является результатом взаимодействия его различных компонентов, на которые влияют как внутренние, гормональные и генетические факторы, так и внешние стимулы (рост мягких тканей, созревание зубов, биомеханические факторы).

На сегодняшний день нет единой общей теории, которая бы связывала развитие, биомеханику и эволюцию черепа. Чтобы понять биомеханику лицевого отдела черепа, использовались разнообразные подходы к моделированию, включая физические модели, графические представления, аналитические модели, компьютерное моделирование, доклинические (*in vitro* и *in vivo*) модели и модели на трупах [64,100,101,110,135,136,141]. Во многих случаях модели были сфокусированы на отдельных структурах черепа и их специфическом вкладе в общую функцию.

Таким образом, лицевой череп часто рассматривали как совокупность анатомических систем со специфическими биомеханическими проблемами. Применение любого из этих методов для изучения биомеханики лицевого черепа зависит от цели исследования.

В настоящем исследовании мы основывались на предположении, что онтогенетические изменения костей черепа отражают отношения между его

лицевым и мозговым отделами (в частности с лобной пазухой) для поддержания функционального баланса системы лицевого черепа.

Результаты, полученные в этой работе, позволили нам предположить, как эти отношения могут быть вовлечены в конструктивные особенности человеческого черепа. Соответственно этому есть возможность определить общую конструкцию лицевого черепа по одной, центральной его части. Такая информация может быть интересна не только специалистам в области анатомии человека, но и судебно-медицинским экспертам, и антропологам.

В специальной литературе контрфорсам черепа чаще всего уделяется внимание при рассмотрении проблем хирургического лечения переломов различных костей лица человека. Так, горизонтальный лобный контрфорс, основным элементом которого является надглазничный край лобной кости, представляет собой интерес для пластической хирургии [104]. Отмечено, что несвоевременное восстановление правильного положения надглазничного края лобной кости со временем лишь усугубляет косметический дефект, явившийся результатом перелома лобной кости [53,77]. Современные хирурги сходятся во мнении, что сочетанное повреждение лобной кости и синуса представляет собой сложную патологию, требующую не только хирургического опыта, но и глубокого знания анатомии данной области [134].

В свою очередь, изолированные повреждения надглазничного края встречаются гораздо реже, чем переломы глазницы или средней области лица [96]. Это обстоятельство также не способствует всестороннему изучению надглазничного края. Вместе с тем, именно устойчивость к механическому повреждению делает эту структуру лобной кости интересной для изучения, как анатома, так и хирурга.

Выявлено, что надглазничный край, образующий часть верхней стенки орбиты, демонстрирует интересную архитектуру, отличную от подглазничных костных структур. В нем можно выделить две выпуклые хорды в области лобной пазухи, соединенные своеобразными костными балками. Это напоминает принципы, используемые для создания прочных конструкций,

таких как арочные плотины или арочные мосты, которые используют меньше материала для реализации высоких механических потребностей. Обязательным компонентом сводчатых архитектурных структур является пазуха свода, призванная перераспределять возникающие механические нагрузки, увеличивая тем самым прочность конструкции в целом. Подобную картину мы наблюдаем и в изучаемом комплексе «надглазничный край - лобная пазуха» (рис.36). С биомеханической точки зрения это предполагает более высокую устойчивость к тупой механической травме.

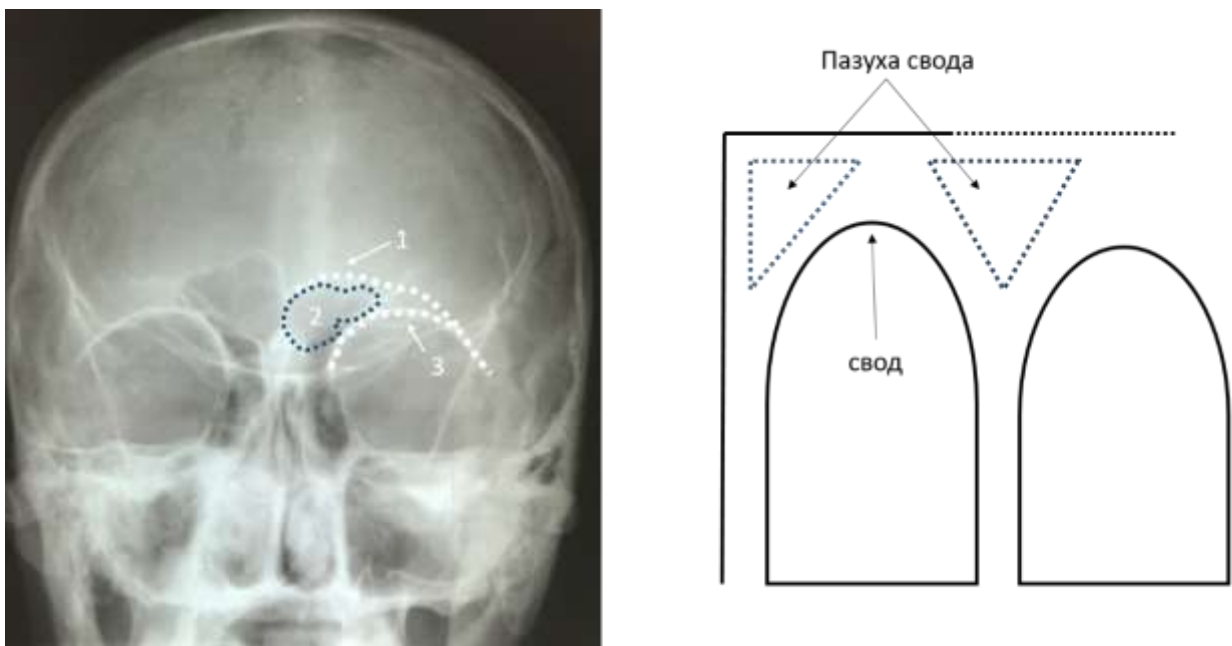


Рисунок 36 – Элементы конструкции арки. Аналогия архитектурных элементов с анатомическими структурами
(**Обозначения:** 1) верхняя стенка пазухи; 2) лобная пазуха; 3) надглазничный край)

Такое строение надглазничного края лобной кости позволило предположить, что его линейные размеры не должны отличаться относительно стороны тела. Проведенные измерения в ходе данного исследования полностью это подтвердили. Все исследуемые параметры надглазничного края не показывали достоверных отличий между левой и правой глазницей.

В литературе принято отмечать, что для лицевого черепа характерно наличие морфологической асимметрии [16], которая обусловлена сложным

взаимодействием генетических факторов и факторов окружающей среды. При этом отмечено, что в норме различия между показателями правой и левой половины лица незначительны, хотя и имеют половые особенности. По данным ряда исследователей череп лиц мужского пола обладает большей асимметрией [131]. Наше исследование не подтвердило эти данные. Как линейные, так и угловые показатели надглазничного края не имели значимых и статистически достоверных отличий относительно стороны тела у представителей разных полов. Исключение составил показатель глазничной хорды: у мужчин его значения достоверно отличались от женской группы в большую сторону.

Данным отличием, по нашему мнению, можно пренебречь ввиду того, что черепа мужчин были более крупные и отличались от женских по другим параметрам лицевого черепа. Если принять во внимание, что надглазничный край функционально представляет собой горизонтальный контрфорс, то есть, призван обеспечивать механическую прочность черепа, то идентичность его линейных и угловых параметров у представителей разных полов становится очевидной.

Для описания плоскостных характеристик верхней стенки входа в глазницу было необходимо выполнить унификацию ее форм. Надглазничный край лобной кости может быть представлен на плоскости в виде дуги. По нашим наблюдениям степень изогнутости дуги у разных черепов различна. При анализе мацерированного материала и рентгеновских снимков были выделены несколько типов дуги надглазничного края, которым соответствовали значения предложенного нами коэффициента изогнутости (КИ). Когда была выполнена группировка изображений надглазничного края по изогнутости дуги, обнаружили разные варианты ее формы относительно перпендикуляра h , поэтому стало очевидным разделить их относительно симметричности дуги.

Нами отмечено, что данная дуга может отличаться по значениям введенного нами коэффициента симметрии. Соответственно ему мы разделяли надглазничный край на симметричный и несимметричный. В ходе исследования было обнаружено, что высота перпендикуляра h справа была

больше соответствующих значений слева, обнаруживая достоверную связь умеренной тесноты (0,5083 при $p < 0,05$).

Асимметрия лица и тела является общим правилом в анатомии человека, но корреляция и согласованность этой асимметрии между левой и правой сторонами верхней стенки орбиты является новыми данными, основанными на наших измерениях.

Наши результаты показали, что исследованная часть орбиты была больше по ширине и высоте с правой стороны. Это наблюдение не согласуется с данными А. Kazemi Ashtiani, результаты исследования которого указывают на большие размеры глазницы слева [62].

Подобные данные были получены и в ряде других исследований. Например, R.J. Rohrich et al., рассматривая 100 фотографий пациентов, обнаружили, что 63% имели более широкие черты лица с левой стороны [99].

А. Gawlikowska-Sroka отметила, что левая орбита была значительно больше правой [90]. I. Ergun et al., выполнив многочисленные измерения в 42 точках на левой и правой половине лица, обнаружили, что у 86% женщин и 81% мужчин левая срединная часть лица была длиннее и шире правой [85].

Разница в полученных данных между нашим исследованием и работами указанных авторов, скорее всего, объясняется иным методологическим подходом. Во-первых, все указанные работы затрагивали весь лицевой череп, наше исследование – лишь часть орбиты. Во-вторых, даже с учетом наличия отдельных отличий между показателями относительно стороны тела, значения коэффициента симметрии слева и справа статистически не отличались, равно как и коэффициента изогнутости.

Также интересными представляются данные нашего исследования, указывающие на отсутствие достоверных отличий выбранных показателей надглазничного края относительно пола и возраста. Пространственная организация надглазничного края представляется константной, что указывает на ее унифицированную для представителей разных половозрастных групп функцию. Важно указать, что надглазничный край в своем краниометрическом

постоянстве представляет собой интерес со стороны тафономии. При изучении останков, найденных в могильниках, приходится учитывать механическое изменение костных останков. Так, отмечено, что нижняя стенка орбиты претерпевает значительные изменения, равно как и большая часть верхней челюсти, при этом надглазничный край остается практически неизменным в своей конфигурации [68].

С этих позиций данные корреляционного анализа, связывающего надглазничный край, лобную пазуху и показатели лицевого отдела черепа, представляются интересными с позиций проблемы восстановления лица человека по отдельным фрагментам черепа.

Проведенное исследование показало, что для линейных параметров лобной пазухи человека характерна достоверная корреляция с шириной альвеолярной дуги. Если рассматривать верхнюю челюсть человека как своеобразную усеченную пирамиду, то верхней ее части будет соответствовать лобная пазуха, а нижней – твердое нёбо и альвеолярные отростки верхней челюсти, несущие зубы. Давление, создаваемое мышцами при жевании, падает на зуб под углом или по его продольной оси. Периодонт гасит давление, возникающее под действием работы жевательных мышц, и передает его на кость, в первую очередь – верхнюю челюсть. При работе жевательной группы мышц (височных и жевательных) данная пирамида передает давление, создающееся при смыкании моляров на вершину. Если давление рассматривать как отношение силы, действующей перпендикулярно поверхности к площади этой поверхности, то значение размера основания пирамиды приобретает ключевую роль в понимании давления, которое испытывает плоскость, прилежащая к ее вершине.

Таким образом, в случае, когда ширина альвеолярного отростка имеет меньшее значение, при непосредственных окклюзионных контактах в процессе жевания твердой пищи, лобная кость испытывает значительное давление, приводящее к формированию лобных пазух, вследствие его усиления и концентрации на лобных отростках.

Это наблюдение подтверждается в случае изучения параметров мезоцефалов-мезенов. При изучении параметров других форм мозгового и лицевого черепа такой однозначной тенденции не прослеживается. Мезоцефалическая форма головы в сочетании с средними значениями лица соответствуют средним значениям выборки. Видимо, на формирование лобных пазух оказывает влияние не только альвеолярный отросток.

Наши наблюдения показывают, что существует связь размеров лобной пазухи с формой надглазничного края. То, что у лиц с разной формой мозгового отдела черепа определяются разные показатели линейных размеров лобных пазух, свидетельствует о предопределяющих воздействиях физических величин на их развитие. В частности, можно предположить воздействие двуплечного рычага на лобную кость при жевании. В этом случае форма и размер лобной пазухи будет зависеть не только от длины основания (ширины альвеолярной дуги верхней челюсти), но и от формы надглазничного края (его симметричности). При менее симметричном и более изогнутом варианте строения надглазничного края лобной кости будет наблюдаться более высокая и широкая пазуха. Данный тренд будет усиливаться в случае брахицефализации.

В ходе изучения корреляционных закономерностей линейных параметров лобной пазухи и размеров лицевого отдела черепа у мужчин были получены следующие результаты, показывающие связь линейных размеров лобной пазухи и черепа. Ширина лобной пазухи обладала статистически достоверной положительной корреляционной связью слабой тесноты с шириной лица и с шириной альвеолярной дуги.

Высота правой и левой половин лобной пазухи и высота лобной пазухи от Nasion мужских черепов также обладали статистически достоверной положительной корреляционной связью слабой тесноты с шириной альвеолярной дуги. При этом, достоверной корреляции между высотой лобной пазухой и верхней высотой лица выявлено не было. Была обнаружена достоверная отрицательная корреляционная связь слабой тесноты между

глубиной лобной пазухи в основании с шириной лица и с верхней высотой лица.

При исследовании корреляционных закономерностей линейных параметров лобной пазухи и размеров лицевого отдела черепа у женщин было выявлено, что ширина лобной пазухи обладала статистически достоверной положительной корреляционной связью со всеми размерами лицевого отдела черепа – с шириной лица, с верхней высотой лица и с шириной альвеолярной дуги. При этом, корреляционная связь ширины лобной пазухи с шириной альвеолярной дуги у женщин обладала умеренной теснотой, в то время как с шириной лица и верхней высотой лица слабой теснотой. Высота правой и левой половин лобной пазухи и высота лобной пазухи от Nasion женских черепов, как и у мужчин, также обладали статистически достоверной положительной корреляционной связью умеренной тесноты с шириной альвеолярной дуги.

Обнаружена достоверная корреляционная связь умеренной тесноты ($0,41$; $p < 0,05$) между значениями КИ и степенью развитости пазухи. При КИ более 45 лобная пазуха была выражена, отличалась наличием бухт и часто заходила за середину надглазничного края. При значениях КИ менее 30 пазуха отличалась незначительными размерами, находилась в пределах медиальной трети надглазничного края. Нами отмечено, что пространственное расположение глазницы также коррелирует со степенью изогнутости надглазничного края и развитости лобной пазухи: чем менее ротирована глазница, тем более выражен изгиб и развита пазуха.

Таким образом, все исследованные параметры можно сгруппировать относительно значений КИ надглазничного края в три группы. При КИ надглазничного края лобной кости менее 30 (небольшая изогнутость) показатель угла ротации глазницы в среднем составил $11,49$ град., при этом, средние значения и стандартная ошибка ($M \pm m$) верхней высоты лица составили $64,05 \pm 2,11$ мм, скулового диаметра - $101,61 \pm 1,96$ мм, ширина альвеолярной дуги – $52,71 \pm 2,44$ мм. Средние значения параметров лобной пазухи при небольшой изогнутости надглазничного края лобной кости составили – ширина

лобной пазухи $46,86 \pm 3,75$ мм, высота правой половины лобной пазухи $11,46 \pm 1,33$ мм, высота левой половины лобной пазухи $12,13 \pm 1,05$ мм, высота лобной пазухи от точки Nasion $18,66 \pm 1,43$ мм.

При КИ надглазничного края лобной кости от 30 до 45 (средняя изогнутость) показатель угла ротации глазницы в среднем составил $10,83 \pm 0,5$ град., при этом, средние значения верхней высоты лица составили $69,88 \pm 1,22$ мм, скулового диаметра – $102,05 \pm 1,05$ мм, ширина альвеолярной дуги – $54,25 \pm 1,37$ мм. Средние значения параметров лобной пазухи при средней изогнутости надглазничного края лобной кости составили – ширина лобной пазухи $55,46 \pm 3,09$ мм, высота правой половины лобной пазухи $13,82 \pm 1,51$ мм, высота левой половины лобной пазухи $14,98 \pm 0,99$ мм, высота лобной пазухи от точки Nasion $21,05 \pm 0,73$ мм.

При КИ надглазничного края лобной кости более 45 (большая изогнутость) показатель угла ротации глазницы в среднем составил $8,9 \pm 0,69$ град., при этом, средние значения верхней высоты лица составили $71,73 \pm 1,23$ мм, скулового диаметра – $105,51 \pm 1,81$ мм, ширина альвеолярной дуги – $57,56 \pm 2,65$ мм. Средние значения параметров лобной пазухи при большой изогнутости надглазничного края лобной кости составили – ширина лобной пазухи $69,05 \pm 5,64$ мм, высота правой половины лобной пазухи $22,11 \pm 4,28$ мм, высота левой половины лобной пазухи $19,88 \pm 5,33$ мм, высота лобной пазухи от точки Nasion $31,93 \pm 3,78$ мм. Средние значения параметров лобной пазухи при большой изогнутости надглазничного края лобной кости составили – ширина лобной пазухи $69,05 \pm 5,64$ мм, высота правой половины лобной пазухи $22,11 \pm 4,28$ мм, высота левой половины лобной пазухи $19,88 \pm 5,33$ мм, высота лобной пазухи от точки Nasion $31,93 \pm 3,78$ мм.

Полученные данные представляют интерес для судебно-медицинских экспертов и антропологов. В специальной литературе указывается, что судебно-краниологическая экспертиза является одним из наиболее сложных направлений [18]. Эксперты в данном вопросе сходятся во мнении, что чем больше фрагментов черепа будет сохранено, тем точнее будет восстановление

портрета умершего. Вместе с тем, наличие такого объединяющего фактора, как надглазничный край, связывающего форму черепа мозгового черепа, размеры лицевого черепа и околоносовые пазухи, во многом облегчит работу экспертов.

Таким образом, наше исследование показывает, что выраженная индивидуальность лобных пазух человека относительна и может быть связана с показателями лицевого черепа в целом и надглазничного края лобной кости в частности. В основу данного заключения следует положить биомеханические силы, возникающие между отдельными костями черепа при жевательных движениях.

Для описания биомеханических отношений между отдельными костями и структурами черепа удобно использовать теорию опор. Центральная срединно-лицевая поверхность черепа состоит из верхней челюсти и орбито-носо-этмоидальной области. Эта область лица состоит из комбинации легких тонкостенных полостей и толстых костных образований. Теория опор предполагает, что область средней части лица подобна каркасу, который стабилизируется горизонтальными и вертикальными опорами - контрфорсами. Предполагается, что эти опоры несут и передают силы, возникающие в результате укуса пищи, и удерживают эти силы вдали от других более слабых костей лица. При этом, срединно-лицевые кости передают силы от укуса остальной части черепа по трем мощным траекториям. Первая траектория проходит от зубов вверх через лобные отростки верхней челюсти до области глабеллы лобной кости. Вторая траектория проходит через скуловой контрфорс к лобной кости, проходя через лобные отростки, также распространяясь на височную кость через скуловую дугу. Третья траектория направлена назад вдоль задней поверхности верхней челюсти к клиновидной кости. Эти траектории представляют области более толстой кости, которые обеспечивают вертикальную поддержку от сил, возникающих в месте расположения зубов [95].

Напряжение, возникающее при захватывании и откусывании пищи, поднимается по альвеолярному и лобному отростку верхней челюсти. В

проекции краниометрической максилло-фронтальной точки (mf) происходит распределение напряжения в двух направлениях – вверх по продолжению лобно-носового контрфорса и латерально по медиальной части надглазничного края. При выраженном изгибе надглазничного края результирующая сила этих двух напряжений, рассчитанная по правилу параллелограмма, будет больше, чем при надглазничном крае со слабой изогнутостью. Именно количественное значение этой результирующей силы будет давать стимул для роста лобной пазухи в высоту.

Выше надглазничного края между лобно-носовым и альвеолярно-скуловым контрфорсами возникает напряжение, которое, при равном напряжении в указанных контрфорсах, должна уравниваться в точках, находящихся ровно посередине между ними в каждой области черепа на протяжении данных контрфорсов. Однако, в альвеолярно-скуловом контрфорсе напряжение физиологически больше, т.к. акт жевания активно происходит премолярами и молярами, от которых данный контрфорс начинается.

Следовательно, расположение точек, в которых уравнивается напряжение сил, смещается в латеральную сторону, в сторону альвеолярно-скулового контрфорса. Большему напряжению в альвеолярно-скуловом контрфорсе способствует и ширина альвеолярной дуги. Чем шире альвеолярная дуга, тем больше угол β между условной линией, являющейся продолжением ширины альвеолярной дуги и линией, соединяющей наиболее латеральную точку альвеолярной дуги верхней челюсти и краниометрическую фронто-маллярно-орбитальную точку (fmo), в которой напряжение в альвеолярно-скуловой контрфорсе распределяется на надглазничный край и на височный отросток лобной кости. Сила напряжения рассчитывается по формуле $F=L*\sin \beta$. При широкой альвеолярной дуге угол β будет больше, следовательно, и сила напряжения, рассчитанная по указанной формуле, в альвеолярно-скуловом контрфорсе будет больше, чем при узкой альвеолярной дуге. Следовательно, и смещение точки, уравнивающей напряжение между скуло-альвеолярным и

лобно-носовым контрфорсами, при большей ширине альвеолярной дуги, будет более латеральное, чем при меньшей ширине альвеолярной дуги.

Таким образом, при большой изогнутости надглазничного края и широкой альвеолярной дуге лобная пазуха имеет тенденцию к большей высоте и ширине.

Это наблюдение согласуется с мнением С.Ф. Росс о деформациях, возникающих в лицевом скелете при жевании [101]. Расположение зубов медиальнее скуловой дуги и края орбиты при кормлении приводит к формированию интеролатерально направленным растягивающим силам, действующим на боковую стенку орбиты и надглазничный край лобной кости.

Последний в силу грацильности черепа человека не может противостоять этому комплексу сил, поэтому деформации кости вызывают формирование пазухи, размер и форма которой призваны перераспределить их.

Таким образом, выраженная связь между надглазничным краем и лобной пазухой позволила нам сформулировать гипотезу формирования лобной пазухи и по-новому взглянуть на функциональное значение надглазничного края, определив его в качестве своеобразного распределителя биомеханических напряжений, возникающих в черепе при укусе и жевании.

Полученные данные можно интерпретировать следующим образом. Надглазничный край лобной кости, расположенный на границе между лицевым и мозговым отделом черепа является своеобразным ключом к обеим зонам. По его пространственному расположению при использовании современной компьютерной техники можно восстановить большую часть лицевого черепа.

Это обстоятельство делает результаты данного исследования актуальными при идентификации личности по отдельным фрагментам черепа. В свою очередь, выраженная связь между надглазничным краем и лобной пазухой позволяет по-новому взглянуть на функциональное значение пазухи, определив его в качестве своеобразного распределителя нагрузки при акте жевания.

ВЫВОДЫ

1. Надглазничный край лобной кости обладает индивидуальной анатомической изменчивостью. Большинство его линейных, угловых и расчетных параметров имеют статистически достоверную корреляцию с формой черепа. Выявлена тенденция к увеличению средних значений линейных и угловых характеристик надглазничного края в ряду от долихо- к брахикранной форме черепа.

2. Надглазничный край лобной кости может иметь разные пространственные характеристики. При значении КИ менее 30 – дуга имеет небольшую изогнутость; при 30–45 – среднюю и более 45 – большую изогнутость. Ротация надглазничного края оказывает влияние на его форму: чем менее ротирован надглазничный край, тем более выражен его изгиб.

3. Степень развитости пазухи зависит от пространственного расположения надглазничного края лобной кости. Чем более изогнут край, тем более выражена пазуха.

4. Формирование лобной пазухи человека происходит под действием биомеханических напряжений, возникающих в черепе при укусе и жевании, в тесной связи с пространственной организацией надглазничного края лобной кости.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

1. При проведении краниометрических исследований в судебно-медицинской практике и антропологии для более точного восстановления лица человека следует учитывать полученные соотношения между параметрами надглазничного края, лобной пазухи и показателями лицевого отдела черепа.

2. Предложенное устройство для антропологических измерений, при невозможности выполнить их в лаборатории, позволяет получить точные данные о линейных и угловых характеристиках изучаемых структур скелета в полевых условиях.

3. Информация о пространственном расположении надглазничного края лобной кости и его участии в биомеханических деформациях, возникающих в лицевом скелете при жевании, может быть использована при чтении лекций на кафедрах анатомии, судебной медицины и антропологии.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КИ – коэффициент изогнутости

КС – коэффициент симметрии

Al – латеральный отрезок хорды

Am – медиальный отрезок хорды

ек – эктоконхион (ektokonchion)

fmo – фронто-маллярно-орбитальная точка (frontomalare orbitale)

h – перпендикуляр к глазничной хорде, опущенный из самой высокой точки надглазничного края

mf – максилло-фронтальная точка, (maxillofrontale)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, В.П. Краниометрия. Методика антропологических исследований / В.П. Алексеев, Г.Ф. Дебец. – Москва: Наука, 1964. – 128 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
2. Анатомо-топометрические показатели нижней стенки глазницы в травматологии скулоглазничного комплекса / Ю.А. Медведев, В.Н. Николенко, В.А. Волкова, П.С. Петрук. – Текст (визуальный) : непосредственный // Российский стоматологический журнал. – 2015. – № 4. – С. 9–12.
3. Баринов, Э.Ф. Количественная анатомия глазницы / Э.Ф. Баринов, С.А. Дубина. – Текст (визуальный) : непосредственный // Журнал «Нейрохирургия и неврология Казахстана». – 2014. – №4 (37). – С. 24–28.
4. Бунак, В.В. Череп человека и стадии его формирования у ископаемых людей и современных рас / В.В. Бунак. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – 284 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
5. Винокуров, А.Г. Краниоорбитальные доступы к основанию черепа / А.Г. Винокуров. – Текст (визуальный) : непосредственный // Журн. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 1998. – № 1. – С. 41–47.
6. Виртуальная краниометрия как новый метод в краниологии / О.В. Мареев, В.Н. Николенко, Г.О. Мареев [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Перспективы науки. – 2014. – №7(58). – С. 10–14.
7. Возрастно-половая изменчивость объема и площади лобной пазухи по данным компьютерной краниометрии / О.Ю. Алешкина, В.Н. Кучмин, О.В. Мареев, Г.О. Мареев. – Текст (визуальный) : непосредственный // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2018. – №4 (48). – С. 5–11.
8. Волков, А.Г. Лобные пазухи / А.Г. Волков. – Ростов н/Д.: Феникс, 2000. – 512 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
9. Волкова, В.А. Анатомические показатели латеральной и верхней стенок глазницы в травматологии лицевого отдела черепа / В.А. Волкова, Ю.А.

- Медведев, В.Н. Николенко. – Текст (визуальный) : непосредственный // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – №4. – С. 117–121.
10. Гайворонский, И.В. Нейрохирургическая анатомия головы / И.В. Гайворонский, А.И. Гайворонский, Г.И. Ничипорук. – Текст (визуальный) : непосредственный // Анатомия головы Оперативные доступы в нейрохирургии. – Санкт-Петербург: Спецлит, 2015. – Т. 1: Голова. – С. 18–86.
11. Гайворонский, И.В. Пространственная организация входа в глазницу / И.В. Гайворонский, М.П. Долженкова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2012. – № 1. – С. 212–217.
12. Гайворонский, И.В. Сравнительная характеристика морфометрических параметров входа в глазницу у мужчин и женщин / И.В. Гайворонский, М.П. Кириллова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Морфология. – 2013. – Т.144, № 4. – С. 59–64.
13. Гайдар, Б.В. Оперативные доступы в хирургии черепа и головного мозга / Б.В. Гайдар. – Текст (визуальный) : непосредственный // Вестник Российской Военно-Медицинской Академии. – 2011. – №2(34). – С.210–213.
14. Гарига-Грихно, М.М. Реализация методики реконструкции лица по черепу в криминалистической науке: мировой опыт и отечественные реалии / М.М. Гарига-Грихно. – Текст (визуальный) : непосредственный // Криміналістичний весник. Науково-практичний збірник / Держ. н.-д. експертно-криміналістичний центр МВС України; Нац. акад. внутрішніх справ. – Київ, 2016. – №1 (25). – С. 190–196.
15. Дубина, С.А. Индивидуально-типологическая изменчивость глубины глазницы у взрослых людей / С.А. Дубина. – Текст (визуальный) : непосредственный // БМИК. – 2015. – №7. – С. 1071.
16. Дубовик, Е.И. Морфометрические показатели асимметрии лицевого черепа у взрослого человека / И.В. Гайворонский, Е.И. Дубовик, И.В. Крайник. – Текст (визуальный) : непосредственный // Морфология. – 2009. – Т. 135, №2. – С. 74–79.

17. Загоровская, Т.М. Изменчивость морфометрических характеристик глазницы в зависимости от возраста и пола / Т.М. Загоровская, О.Ю. Алешкина, О.В. Сырова. – Текст (визуальный) : непосредственный // БМИК. – 2013. – №5. – С. 917.
18. Звягин, В.Н. Текущие проблемы медико-криминалистической идентификации личности / В.Н. Звягин. – Текст (визуальный) : непосредственный // ПЭМ. – 2012. – №3-4. – С. 47–48.
19. Изменчивость линейных параметров лобной пазухи у взрослых людей / О.В. Мареев, О.Ю. Алешкина, Г.О. Мареев [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2018. – № 14 (2). – С. 302–305.
20. Индивидуально-типологическая изменчивость глазницы взрослых людей при различных формах лицевого отдела черепа / А.Ф. Ципящук, В.Н. Николенко, Т.М. Загоровская, О.А. Фомичева. – Текст (визуальный) : непосредственный // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2008. – №1. – С. 43–47.
21. Использование супраорбитального чрезбровного доступа для удаления менингиом супраселлярной области / Н.С. Пузаков, В.Ю. Черebilло, А.В. Полежаев [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Нейрохирургия. – 2019. – №21(2). – С. 21–27.
22. Кириллова, М.П. Варианты формы входа в глазницу / М.П. Кириллова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Фундаментальная наука и клиническая медицина – Человек и его здоровье: тезисы XVI Всероссийской медико-биологической конф. молодых исследователей с междунар. участием. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГУ, 2013. – С. 197–198.
23. Кириллова, М.П. Половые особенности пространственной организации входа в глазницу / М.П. Кириллова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Анатомия и военная медицина: материалы Всерос. юбилейной научной конф., посвящ. 90-летию со дня рождения Героя Советского Союза профессора Е.А. Дыскина. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 95–99.

24. Клиническая анатомия околоносовых пазух / И.В. Гайворонский, Р.В. Неронов, А.И. Гайворонский, Г.И. Ничипорук. – Санкт-Петербург: ЛЕМА, 2017. – 36 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
25. Лобная пазуха в аспекте виртуальной краниометрии / В.Н. Кучмин, О.В. Мареев, Г.О. Мареев, О.Ю. Алешкина. – Текст (визуальный) : непосредственный // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2018: сборник статей Всероссийской школы-семинара / под редакцией Д.А. Усанова. – Саратов, 2018. – С. 102–104.
26. Майкова-Строганова, В.С. Кости и суставы в рентгеновском изображении. Голова / В.С. Майкова-Строганова, Д.Г. Рохлин. – Ленинград: Медгиз, 1955. – 475 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
27. Методика определения параметров околоносовых пазух при прижизненной краниометрии методом конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) / П.А. Гелашвили, А.А. Супильников, Э.Ш. Исламова, С.Н. Юхимец. – Самара: СамГМУ, 2016. – С. 163–169. – Текст (визуальный) : непосредственный.
28. Морфофункциональные особенности околоносовых пазух у мужчин / О.А. Каплунова, Е.В. Чаплыгина, В.И. Домбровский [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Российская ринология. – 2018. – Т.26, № 2. – С. 30–35.
29. Неронов, Р.В. Клиническая анатомия околоносовых пазух / Р.В. Неронов, А.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук. – Санкт-Петербург: ЛЕМА, 2017. – 36 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
30. Объем околоносовых пазух и результаты краниометрии / О.А. Каплунова, И.И. Кузнецов, А.А. Сапиев, П.В. Филиппов. – Текст (визуальный) : непосредственный // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 3. – С. 45.
31. Пиголкин, Ю.И. Возрастные изменения турецкого седла, лобных и клиновидной пазух / Ю.И. Пиголкин, М.А. Корро, Г.В. Золотенкова. – Текст

(визуальный) : непосредственный // Судебно-медицинская экспертиза. – 2016. – Т. 59, №. 6. – С. 48–53.

32. Пиголкин, Ю.И. Судебно-медицинская оценка комплексной модели диагностики возраста по структурам черепа / Ю.И. Пиголкин, М.Д. Аметрин. – Текст (визуальный) : непосредственный // Проблемы диагностики внезапной смерти. – Москва, 2019. – С. 7.

33. Пискунов, И.С. Варианты анатомического строения лобных пазух по данным рентгеновской компьютерной томографии / И.С. Пискунов, А.Н. Емельянова. – Текст (визуальный) : непосредственный // Вестник оториноларингологии. – 2011. – №1. – С.16–21

34. Пискунов, И.С. Незавершенная пневматизация околоносовых пазух / И.С. Пискунов, А.Н. Емельянова, Е.Н. Чеглакова – Текст (визуальный) : непосредственный // Российская ринология. – 2011. – Т. 19., №. 3. – С. 32–36.

35. Пискунов, И.С. Клиническая анатомия решетчатой и клиновидной костей и формирующихся в них пазух / И.С. Пискунов, В.С. Пискунов. – Курск: ГОУ ВПО КГМУ Росздрава, 2011. – 296 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.

36. Сергеев, С.В. Возрастные особенности пневматизации лицевых костей по данным рентгенографии / С.В. Сергеев, Е.С. Григорькина. – Текст (визуальный) : непосредственный // Фундаментальные исследования. – 2013. – Т.1, № 2. – С. 162–166.

37. Сидорович, С.А. Краниометрическая характеристика некоторых размеров глазницы / С.А. Сидорович, Я.Е. Смолко, В.В. Гончарук. – Текст (визуальный) : непосредственный // Журнал ГрГМУ. – 2010. – №3 (31). – С. 89–91.

38. Сперанский, В.С. Основы медицинской краниологии / В.С. Сперанский. – Москва: Медицина, 1988. – 269 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.

39. Сперанский, В.С. Форма и конструкция черепа / В.С. Сперанский, А.И. Зайченко. – Москва: Медицина, 1980. – 280 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.

40. Судебно-медицинское установление возраста по КТ-сканограммам черепа и краниовертебральной области в сагиттальной проекции / А.В.

- Ковалев, М.Д. Аметрин, Г.В. Золотенкова [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Судебно-медицинская экспертиза. – 2018. – №1. – С. 21–27.
41. Супраорбитальная краниотомия с использованием keyhole доступов в хирургии внутри- и вне мозговых опухолей / Р.С. Джинджихадзе, О.Н. Древаль, В.А. Лазарев [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Опухоли головы и шеи. – 2017. – №7(3). – С. 31–38.
42. Утюж, А.С. Упруго-напряженные состояния костных структур челюстей и черепа человека / А.С. Утюж, В.А. Загорский, В.В. Загорский. – Текст (визуальный) : непосредственный // Символ науки. – 2016. – №2-3. – С. 175–177.
43. Худякова, О.В. Анатомическая изменчивость лобной пазухи черепов VIII и XX веков / О.В. Худякова, А.А. Виноградов – Текст (визуальный) : непосредственный // Український морфологічний альманах. – 2011. – №. 9, № 4. – С. 131-134.
44. Черкаев, В.А. Хирургия гиперостотических краниоорбитальных менингиом / В.А. Черкаев, А.Н. Белов, А.Г. Винокуров. – Москва, 2004. – 182 с. – Текст (визуальный) : непосредственный.
45. Чрезбровная (транскилиарная) супраорбитальная краниотомия по типу "keyhole" в хирургии опухолей передней черепной ямки и аневризм передней циркуляции виллизиева круга: первый опыт нейрохирургического отделения / А.Г. Алексеев, А.А. Пичугин, Н.Г. Шаяхметов [и др.]. – Текст (визуальный) : непосредственный // Российский нейрохирургический журнал им. А.Л. Поленова. – 2014. – Т. 6, № 2. – С. 15–21.
46. Шадымов, А.Б. Анатомо-морфологическая характеристика черепа, как прочностной конструкции / А.Б. Шадымов. – Текст (визуальный) : непосредственный // Проблемы экспертизы в медицине. – 2005. – Т. 5, №. 17-1. – С. 9–14.
47. Шадымов, А.Б. К вопросу о последовательности возникновения переломов черепа / А.Б. Шадымов. – Текст (визуальный) : непосредственный //

Актуальные вопросы судебной медицины и экспертной практики: сборник научно-практических работ. – Новосибирск, 2014. – С. 196.

48. Шуть, В. В. Возрастные и индивидуальные различия в строении глазницы по данным морфометрии и лучевой диагностики: дис. канд. мед. наук / В.В. Шуть. – Москва, 2008. – 175с. – Текст (визуальный) : непосредственный.

49. Экспертная оценка прочностных свойств костей свода черепа / А.Б. Шадымов, В.Э. Янковский, Т.А. Агеева, А.С. Полякевич. – Текст (визуальный) : непосредственный // Journal of Siberian Medical Sciences. – 2015. – №. 3. – С.100.

50. A biomechanical analysis of the orbitozygomatic complex in human cadavers: Examination of load sharing and failure patterns following fixation with titanium and bioresorbable plating systems / L. Kasrai, T. Hearn, E. Gur [et al.]. – Text : visual // J Craniofac Surg. – 1999. – Vol. 10. – P. 237–243.

51. A cadaveric study of the cranio-orbital foramen and its significance in orbital surgery / S.F. Abed, P Shams, S. Shen [et al.]. – Text : visual // PlastReconstr Surg. – 2012. – Vol. 129, № 2. – P. 307e–311e.

52. A finite element analysis of masticatory stress hypotheses / J. Chalk, B.G. Richmond, C.F. Ross [et al.]. – Text : visual // Am J Phys Anthropol. – 2011. – Vol. 145. – P. 1–10.

53. A ten-year analysis of the traumatic maxillofacial and brain injury patient in Amsterdam: Incidence and aetiology / E.G. Salentijn, S.M. Peerdeman, P. Boffano [et al.]. – Text : visual // J Craniomaxillofac Surg. – 2014. – Vol. 42. – P. 705–10.

54. A two-step supraorbital approach to lesions of the orbital apex: Technical note / R. Delfini, A. Raco, M. Artico [et al.]. – Text : visual // J Neurosurg. – 1992. – Vol. 77. – P. 959–961.

55. Abreu, E. Basic Orthopaedic Biomechanics and Mechano-Biology / E. Abreu, V.C. Mow, R. Huiskes. – Text : visual // BioMed Eng OnLine. – 2005. – Vol. 4. – P. 28. <https://doi.org/10.1186/1475-925X-4-28>

56. Ageing of the bony orbit is a major cause of age-related intraorbital fat herniation / J. Kim, S.W. Park, J. Choi [et al.]. – Text : visual // J Plast Reconstr

Aesthet Surg. – 2018. – Vol. 71, № 5. – P. 658–664. doi: 10.1016/j.bjps.2017.11.029.

57. Al-Mefty, O. The supraorbital-pterional approach to skull base lesions / O. Al-Mefty. – Text : visual // Neurosurgery. – 1987. – Vol. 21. – P. 474–477.

58. An, Y.H. Mechanical Testing of Bone and the Bone-Implant Interface / Y.H. An, R.A. Draughn. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – P. 41–63. – Text : visual.

59. Analysis of Age-Related Changes in Asian Facial Skeletons Using 3D Vector Mathematics on Picture Archiving and Communication System Computed Tomography / S.J. Kim, J.S. Park, S.W. Byun, J.H. Bae. – Text : visual // Yonsei Med J. – 2015. – Vol. 56, № 5. – P. 1395–1400. doi: 10.3349/ymj.2015.56.5.1395.

60. Anatomical variations of the frontal sinus / J.M. Pondé, R.N. Andrade, J.M. Via [et al.]. – Text : visual // Int. J. Morphol. – 2008. – Vol. 26, № 4. – P. 803–808.

61. Anatomical variations of the frontal sinus and its relationship with the orbital cavity / N. Štoković, V. Trkulja, I. Čuković-Bagić [et al.]. – Text : visual // Clin Anat. – 2018. – Vol. 31, № 4. – P. 576–582.

62. Anthropometric Analysis of the Human Skull for Developmental Left-Sided Asymmetry, New Finding / Abbas Kazemi Ashtiani, Mahdokht Azarbakhsh, Farhad Hafezi, Bijan Naghibzadeh. – Text : visual // Aesth Plast Surg. – 2020. – Vol. 44. – P. 186. <https://doi.org/10.1007/s00266-019-01526-y>

63. Assessment of frontal sinus dimensions to determine sexual dimorphism among Indian adults / C. Belaldavar, V.S. Kotrashetti, S.R. Hallikerimath, A.D. Kale. – Text : visual // J Forensic Dent Sci. – 2014. – Vol. 6, № 1. – P. 25–30. doi:10.4103/0975-1475.127766

64. Barry, C.P. Anatomical study of factors contributing to zygomatic complex fracture instability in human cadavers / C.P. Barry, W.J. Ryan, L.F. Stassen. – Text : visual // Plast Reconstr Surg. – 2007. – Vol. 120. – P. 17-43.

65. Bilezikian, J.P. Principles of bone biology / J.P. Bilezikian, L.G. Raisz, T.J. Martin. – 2008. – 1900 p. – Text : visual.

66. Bock, W.J. The avian mandible as a structural girder / W.J. Bock, B. Kummer. – Text : visual // J Biomech. – 1968. – Vol. 1. – P. 89–96.

67. Botwe, B.O. Radiologic evaluation of orbital index among Ghanaians using CT scan / B.O. Botwe, D.S. Sule, A.M. Ismael. – Text : visual // *J Physiol Anthropol.* – 2017. – Vol. 36, № 1. – P. 29. Published 2017 Jul 11. doi:10.1186/s40101-017-0145-7
68. Brachetta-Aporta, N. A quantitative approach for analysing bone modelling patterns from craniofacial surfaces in hominins / N. Brachetta-Aporta, P.N. Gonzalez, V. Bernal. – Text : visual // *J Anat.* – 2018. – Vol. 232, № 1. – P. 3–14. doi:10.1111/joa.12716
69. Brock, M. The small frontolateral approach for the microsurgical treatment of intracranial aneurysms / M. Brock, H. Dietz. – Text : visual // *Neurochirurgia.* – 1978. – Vol. 21. – P. 185–191.
70. Buckland-Wright, J.C. Bone structure and the patterns of force transmission in the cat skull (*felis catus*) / J.C. Buckland-Wright. – Text : visual // *J Morphol.* – 1978. – Vol. 155. – P. 35–61.
71. Chen, H.S. Microsurgical supraorbital keyhole approach to the anterior cranial base / H.S. Chen, W.C. Tzaan. – Text : visual // *J Clin Neurosci.* – 2010. – Vol. 17, № 12. – P. 1510–4. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.04.025. PMID: 20817469
72. Correlation between frontal sinus dimensions and cephalometric indices: A cross-sectional study / A. Tehranchi, S.R. Motamedian, S. Saedi [et al.]. – Text : visual // *Eur J Dent.* – 2017. – Vol. 11, № 1. – P. 64–70. doi:10.4103/1305-7456.202630
73. Curtis, N. Craniofacial biomechanics: An overview of recent multibody modelling studies / N. Curtis. – Text : visual // *J Anat.* – 2011. – Vol. 218. – P. 16–25.
74. Danko, I. An experimental investigation of the safe distance for internal orbital dissection / I. Danko, R.H. Haug. – Text : visual // *J Oral Maxillofac Surg.* – 1998. – Vol. 56. – P. 749–752.
75. Delashaw, J.B. Modified supraorbital craniotomy: Technical note / J.B. Delashaw, H. Tedeschi, AL. Rhoton Jr. – Text : visual // *Neurosurgery.* – 1992. – Vol. 30. – P. 954–956.

76. Differences between direct (anthropometric) and indirect (cephalometric) measurements of the skull / L.G. Farkas, B.D. Tompson, M.J. Katic, C.R. Forrest. – Text : visual // *J Craniofac Surg.* – 2002. – Vol. 13. – P. 105–108.
77. Doonquah, L. Management of frontal sinus fractures / L. Doonquah, P. Brown, W. Mullings. – Text : visual // *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* – 2012. – Vol. 24. – P. 265–274.
78. Elastic properties of human supraorbital and mandibular bone / P.C. Dechow, G.A. Nail, C.L. Schwartz-Dabney [et al.]. – Text : visual // *Am J Phys Anthropol.* – 1993. – Vol. 90. – P. 291–306.
79. Endo, B. Distribution of stress and strain produced in the human facial skeleton by the masticatory force / B. Endo. – Text : visual // *J Anthrop Soc Nippon.* – 1965. – Vol. 73. – P. 123–136.
80. Endo, B. Experimental studies on the mechanical significance of the form of the human facial skeleton / B. Endo. – Text : visual // *J Fac Sci Univ Tokyo.* – 1966. – Vol. 3. – P. 1–106.
81. Engel, J. Untersuchungen über Schädelformen / J. Engel. – Prag: Calve, 1851. – Text : visual.
82. Essentials of facial growth / D.H. Enlow, H. Donald, G. Hans Mark, Larry McGrew. – Philadelphia: Saunders, 1996. – 303 p. – Text : visual.
83. Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT scanning: an aid in unknown person identification / A.T. Uthman, N.H. Al-Rawi, A.S. Al-Naaimi [et al.]. – Text : visual // *Forensic Sci Int.* – 2010. – Vol. 197. – P. 124.
84. Eyelid approach to the anterior cranial base / N. Andaluz, A. Romano, L.V. Reddy, M. Zuccarello. – Text : visual // *J Neurosurg.* – 2008. – Vol. 109, № 2. – P. 341–6. DOI: 10.3171/JNS/2008/109/8/0341. PMID: 18671651
85. Facial asymmetry in young healthy subjects evaluated by statistical shape analysis / I. Ercan, S.T. Ozdemir, A. Etoz [et al.]. – Text : visual // *J Anat.* – 2008. – Vol. 213, № 6. – P. 663–669.
86. Food Acquisition and Processing in Primates / A. Bilsborough, D.J. Chivers, B.A. Wood [et al.]. – New York: Plenum Press, 1984. – 576 p. – Text : visual.

87. Forensic application of frontal sinus measurement among the Indian population / N.B. Gadekar, V.S. Kotrashetti, J. Hosmani, R. Nayak. – Text : visual // J Oral Maxillofac Pathol. – 2019. – Vol. 23, № 1. – P. 147–151. doi:10.4103/jomfp.JOMFP_214_18
88. Frontal sinus asymmetry: Is it an effect of cranial asymmetry? X-ray analysis of 469 normal adult human frontal sinus / A. Kanat, U. Yazar, B. Ozdemir [et al.]. – Text : visual // J Neurosci Rural Pract. – 2015. – Vol. 6, № 4. – P. 511–514. doi:10.4103/0976-3147.168436
89. Frontal sinus parameters in computed tomography and sex determination / M. Akhlaghi, K. Bakhtavar, J. Moarefdoost [et al.]. – Text : visual // Leg Med (Tokyo). – 2016. – Vol. 19. – P. 22–27.
90. Gawlikowska-Sroka, A. Analysis of variation of orbital openings in contemporary skulls / A. Gawlikowska-Sroka. – Text : visual // Ann Acad Med Stetin. – 2013. – Vol. 59, № 1. – P. 76–80.
91. Gazzeri, R. Endoscopic supraorbital eyebrow approach for the surgical treatment of extraaxial and intraaxial tumors / R. Gazzeri, Y. Nishiyama, C. Teo. – Text : visual // Neurosurg Focus. – 2014. – Vol. 37, № 4. – P. E20. DOI: 10.3171/2014.7.FOCUS14203. PMID: 25270140
92. Greaves, W.S. The mammalian postorbital bar as a torsion-resisting helical strut / W.S. Greaves. – Text : visual // J Zool. – 1985. – Vol. 207. – P. 125–136.
93. Guo, X. Mechanical properties of cortical bone and cancellous bone tissue / X. Guo. – Text : visual // Bone Mechanics Handbook / ed.: S.C. Cowin. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2001. – P. 1–23.
94. Hall, B.K. The Skull / B.K. Hall, J. Hanken. – Chicago: University of Chicago Press, 1953. –Text : visual.
95. Hardt, N. Craniofacial trauma / N. Hardt, P. Kessler, J. Kuttenger. – Springer International Publishing, 2019. – 278 p. – Text : visual.
96. Huempfer-Hierl, H. Biomechanical investigation of the supraorbital arch - a transient FEA study on the impact of physical blows / H. Huempfer-Hierl, A.

- Schaller, T. Hierl. – Text : visual // Head Face Med. – 2014. – Vol. 10. – P. 13.
Published 2014 Apr 21. doi:10.1186/1746-160X-10-13
97. Hylander, W.L. Masticatory-stress hypotheses and the supraorbital region of primates / W.L. Hylander, P.G. Picq, K.R. Johnson. – Text : visual // Am J Phys Anthropol. – 1991. – Vol. 86. – P. 1–36.
98. Identification using frontal sinus by three-dimensional reconstruction from computed tomography / D.I. Kim, U.Y. Lee, S.O. Park [et al.]. – Text : visual // J Forensic Sci. – 2013. – Vol. 58. – P. 5–12.
99. Implications of facial asymmetry in rhinoplasty / R.J. Rohrich, N.L. Villanueva, K.H. Small, R.A. Pezeshk. – Text : visual // Plast Reconstr Surg. – 2017. – Vol. 140, № 3. – P. 510–516.
100. In vitro validated finite element method model for a human skull and related craniofacial effects during rapid maxillary expansion / C. Provatidis, B. Georgiopoulos, A. Kotinas [et al.]. – Text : visual // Proc Inst Mech Eng H. – 2006. – Vol. 220. – P. 897–907.
101. In vivo bone strain and finite-element modeling of the craniofacial haft in catarrhine primates / C.F. Ross, M.A. Berthaume, P.C. Dechow [et al.]. – Text : visual // J Anat. – 2011. – Vol. 218. – P. 112–141.
102. Khurana, J.S. Bone pathology / J.S. Khurana. – Patiala, Punjab, India, 2009. – 416 p. – Text : visual.
103. Ki-Chul, Cha. Comparison between lateral Supraorbital approach and pterional approach in the Surgical Treatment of unruptured Intracranial aneurysms / Cha Ki-Chul. – Text : visual // J Korean Neurosurg. – 2012. Soc 51. – P. 334–337.
104. Kim, Y.H. Restoration of the Fronto-Orbital Buttress with Primary Bone Fragments / Y.H. Kim, D.H. Kang. – Text : visual // Korean J. Neurotrauma. – 2019. – Vol. 15, № 1. – P. 11–18. Published 2019 Apr 25. doi:10.13004/kjnt.2019.
105. Krause, F. Surgery of the Brain and Spine / F. Krause. – Rebman, 1909. – 1201 p. – Text : visual.
106. Krogman, W.M. The Human Skeleton in forensic medicine / W.M. Krogman. – Springfield: Thomas, 1962. – 337 p. – Text : visual.

107. Lascala, C.A. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography / C.A. Lascala, J. Panella, M.M. Marques. – Text : visual // *Dentomaxillofac Radiol.* – 2004. – Vol. 33. – P. 291–294.
108. Libersa, C. Étude anatomo-radiologique du sinus frontal chez l'enfant / C. Libersa, M. Faber. – Text : visual // *Lille Méd.* – 1957. – Vol. 3. – P. 453–459.
109. Love, J.C. Skeletal Trauma: An Anthropological Review / J.C. Love, J.M. Wiersema. – Text : visual // *Acad Forensic Pathol.* – 2016. – Vol. 6, № 3. – P. 463–477. doi:10.23907/2016.047/
110. Mechanical impact of incisor loading on the primate midfacial skeleton and its relevance to human evolution / Q. Wang, B.W. Wright, A. Smith [et al.]. – Text : visual // *Anat Rec (Hoboken).* – 2010. – Vol. 293. – P. 607–617.
111. Mendelson, B. Changes in the facial skeleton with aging: implications and clinical applications in facial rejuvenation / B. Mendelson, C.H. Wong. – Text : visual // *Aesthetic Plast Surg.* – 2012. – Vol. 36, № 4. – P. 753–760. doi:10.1007/s00266-012-9904-3.
112. Modeling elastic properties in finite-element analysis: How much precision is needed to produce an accurate model / D.S. Strait, Q. Wang, P.C. Dechow [et al.]. – Text : visual // *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* – 2005. – Vol. 283. – P. 275–287.
113. Morphometric evaluation of the frontal sinus in relation to age / C. Fatu, M. Puisoru, M. Rotaru, A.M. Truta. – Text : visual // *Ann Anat.* – 2006. – Vol. 188. – P. 275–280.
114. Nahum, A.M. The biomechanics of maxillofacial trauma / A.M. Nahum. – Text : visual // *Clin Plast Surg.* – 1975. – Vol. 2. – P. 59-64.
115. Navigational area of the cranio-orbital foramen and its significance in orbital surgery / S. Celik, Z. Kazak, M. A. Ozer [et al.]. – Text : visual // *Surg Radiol Anat.* – 2014. – Apr 18. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24744137>.
116. Orbital apex disorders: Imaging findings and management / P. Goyal, S. Lee, N. Gupta [et al.]. – Text : visual // *Neuroradiol J.* – 2018. – Vol. 31, № 2. – P. 104–125.

117. Ormond, Ryan. The Supraorbital Keyhole craniotomy through an eyebrow Incision: Its origins and evolution (review article) / Ryan Ormond. – Text : visual // Minimally Invasive Surgery. – 2013. – P. 1–11.
118. Oyen, O.J. A biomechanical analysis of craniofacial form and bite force / O.J. Oyen, T.P. Tsay. – Text : visual // Am J Orthod Dentofacial Orthop. – 1991. – Vol. 99. – P. 298-309.
119. Patterns of Change in Facial Skeletal Aging / B. Paskhover, D. Durand, E. Kamen, N.A. Gordon. – Text : visual // JAMA Facial Plast Surg. – 2017. – Vol. 19, № 5. – P. 413–417. doi:10.1001/jamafacial.2017.0743
120. Personal Identification in Forensic Science Using Uniqueness of Radiographic Image of Frontal Sinus / S.S. Nikam, R.M. Gadgil, A.R. Bhoosreddy [et al.]. – Text : visual // J Forensic Odontostomatol. – 2015. – Vol. 33, № 1. – P. 1–7.
121. Peterson, J. Material properties of the dentate maxilla / J. Peterson, Q. Wang, P.C. Dechow. – Text : visual // Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol. – 2006. – Vol. 288. – P. 962–972.
122. Peterson, J. Material properties of the human cranial vault and zygoma / J. Peterson, P.C. Dechow. – Text : visual // Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol. – 2003. – Vol. 274. – P. 785–797.
123. Porbonikova, S. An X-Ray investigation of the development of the frontal sinus in children / S. Porbonikova. – Text : visual // Folia Med. – 1974. – Vol.16, № 4. – P. 213–20.
124. Prevalence of agenesis of frontal sinus in human skulls with metopism / L. Batista Sandre, M.B. Viandelli Mundim-Picoli, F. Fortes Picoli [et al.]. – Text : visual // J Forensic Odontostomatol. – 2017. – Vol. 35, № 2. – P. 20.
125. Radiological sinonasal anatomy. Exploring the Saudi population / R.A. Alrumaih, M.M. Ashoor, A.A. Obidan [et al.]. – Text : visual // Saudi Med J. – 2016. – Vol. 37, № 5. – P. 521–526. doi:10.15537/smj.2016.5.13904
126. Ross, C.F. Bone strain gradients and optimization in vertebrate skulls / C.F. Ross, K.A. Metzger. – Text : visual // Ann Anat. – 2004. – Vol. 186. – P. 387-396.

127. Ross, C.F. In vivo function of the craniofacial haft: The interorbital "pillar"/ C.F. Ross. – Text : visual // *Am J Phys Anthropol.* – 2001. – Vol. 116. – P. 108–139.
128. Schuller, A. A note on the identification of skull X-Ray pictures of the frontal sinus / A. Schuller. – Text : visual // *Med. J. Aust.* – 1943. – Vol. 25, № 1. – P. 554–6.
129. Schwartz-Dabney, C.L. Variations in cortical material properties throughout the human dentate mandible / C.L. Schwartz-Dabney, P.C. Dechow. – Text : visual // *Am J Phys Anthropol.* – 2003. – Vol. 120. – P. 252–277.
130. Soman, B.A. Morphometric evaluation of the frontal sinus in relation to age and gender in subjects residing in Davangere, Karnataka / B.A. Soman, G.P. Sujatha, A. Lingappa. – Text : visual // *J Forensic Dent Sci.* – 2016. – Vol. 8, № 1. – P. 57. doi:10.4103/0975-1475.176945
131. Spatially-dense 3d facial asymmetry assessment in both typical and disordered growth / P. Claes, M. Walters, D. Vandermeulen, J.G. Clement. – Text : visual // *J. Anat.* – 2011. – Vol. 219. – P. 444–455. 10.1111/j.1469-7580.2011.01411.x
132. Supraorbital craniotomy by fracture of the anterior orbital roof: Technical note / J.B. Delashaw, J.A. Jane, N.F. Kassel, C. Luce. – Text : visual // *J Neurosurg.* – 1993. – Vol. 79. – P. 615–618.
133. Supraorbital keyhole approach to the skull base: evaluation of complications related to CSF fistulas and opened frontal sinus / F. Thaher, N. Hopf, A.K. Hickmann [et al.]. – Text : visual // *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* – 2015. – Vol. 76, № 6. – P. 433–437.
134. Surgical management of traumatic frontal sinus fractures: Case series from a single institution and literature review / V.M. Ravindra, J.A. Neil, L.M. Shah [et al.]. – Text : visual // *Surg Neurol Int.* – 2015. – Vol. 6. – P. 141.
135. Szwedowski, T.D. Sensitivity analysis of a validated subject-specific finite element model of the human craniofacial skeleton / T.D. Szwedowski, F. Fialkov, C. Whyne. – Text : visual // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H. Journal of engineering in medicine.* – 2010. – Vol. 224. – P. 1–10.

136. Szwedowski, T.D. Toward characterization of craniofacial biomechanics / T.D. Szwedowski, C.M. Whyne, J.A. Fialkov. – Text : visual // *J Craniofac Surg.* – 2010. – Vol. 21. – P. 202–207.
137. Technical error of measurement in anthropometry / T.A. Perini, G.L. de Oliveira, J. dos Santos Ornellas, F.P. de Oliveira. – Text : visual // *Rev Bras Med Esporte.* – 2005. – Vol. 11. – P. 86–90.
138. The Association between Maxillary Sinus Dimensions and Midface Parameters during Human Postnatal Growth / A. Przysańska, T. Kulczyk, A. Rewekant [et al.]. – Text : visual // *Biomed Res Int.* – 2018. – Vol. 2018. – P. 6391465. Published 2018 May 15. doi:10.1155/2018/6391465
139. The effects of gender and age on forensic personal identification from frontal sinus in a Turkish population / E. Tatlisumak, M. Asirdizer, A. Bora [et al.]. – Text : visual // *Saudi Med J.* – 2017. – Vol. 38, № 1. – P. 41–47. doi:10.15537 /smj .2017.1.16218
140. The feeding biomechanics and dietary ecology of *australopithecus africanus* / D.S. Strait, G.W. Weber, S. Neubauer [et al.]. – Text : visual // *Proc Natl Acad Sci U S A.* – 2009. – Vol. 106. – P. 2124–2129.
141. The global impact of sutures assessed in a finite element model of a macaque cranium / Q. Wang, A.L. Smith, D.S. Strait [et al.]. – Text : visual // *Anat Rec (Hoboken).* – 2010. – Vol. 293. – P. 1477–1491.
142. The supraorbital approach: Technical note / J.A. Jane, T.S. Park, L.H. Pobereskin [et al.]. – Text : visual // *Neurosurgery.* – 1982. – Vol. 11. – P. 537–542.
143. Thomason, J.J. Mechanical factors in the evolution of the mammalian secondary palate: A theoretical analysis / J.J. Thomason, A.P. Russell. – Text : visual // *J Morphol.* – 1986. – Vol. 189. – P. 199–213.
144. Three-dimensional computed tomographic analysis of frontal sinus in Asians / I.S. Yun, Y.O. Kim, S.K. Lee, D.K. Rah. – Text : visual // *J Craniofac Surg.* – 2011. – Vol. 22. – P. 462–467.

145. Transorbital keyhole approach to anterior communicating artery aneurysms / H.J. Steiger, R. Schmid-Elsaesser, W. Stummer, E. Uhl. – Text : visual // *Neurosurgery*. – 2001. – Vol. 48, № 2. – P. 347–351.
146. Tucker, R. Studies in functional and analytical craniology the elements of analysis / R. Tucker. – Text : visual // *Aust J Zool*. – 1954. – Vol. 2. – P. 381–390.
147. Use of Frontal Sinus and Nasal Septum Pattern as an Aid in Personal Identification and Determination of Gender: A Radiographic Study / K. Verma, P. Nahar, M.P. Singh [et al.]. – Text : visual // *J Clin Diagn Res*. – 2017. – Vol. 11, № 1. – P. ZC71–ZC74. doi:10.7860/JCDR/2017/22037.9201
148. Vesalius, A. De humani corporis fabrica libri septem: Andreae Vesalii Bruxellensis, scholae medicorum Patauinae professoris / A. Vesalius. – Ex officina Joannis Oporini, 1543. – Text : visual.
149. Weiner, S. Lamellar bone: Structure-function relations / S. Weiner, W. Traub, H.D. Wagner. – Text : visual // *J Struct Biol*. – 1999. – Vol. 126. – P. 241–255.
150. Yi, H.S. Morphology of the Aging Forehead: A Three-Dimensional Computed Tomographic Study / H.S. Yi. – Text : visual // *Arch Craniofac Surg*. – 2015. – Vol. 16, № 2. – P. 58–62. doi:10.7181/acfs.2015.16.2.58