

ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ «РЕАВИЗ»

На правах рукописи

Бахтияров Ринат Ирекович

**ВОЗРАСТНЫЕ И КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЯИЧЕК
МУЖЧИН ПО ДАННЫМ МОРФОМЕТРИИ**

3.3.1. Анатомия и антропология (медицинские науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Хайруллин Радик Магзинурович

Санкт-Петербург – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Источники развития и характеристика морфогенеза органов мужской репродуктивной системы	12
1.2 Сравнительно-анатомическая, возрастная и билатеральная изменчивость размеров мужских гонад и их значение для репродуктивной функции.....	16
1.3 Функциональная активность мужских гонад в различные возрастные периоды и ее связь со значениями анатомических параметров	19
1.4 Возрастная динамика морфологии мужских гонад у человека.....	22
1.5 Взаимосвязь размеров мужских гонад со значениями антропометрических параметров	25
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	30
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	39
3.1 Вариабельность значений орхидометрических параметров мужчин	39
3.2 Билатеральные различия значений орхидометрических параметров мужчин .	44
3.3 Сравнительная характеристика значений орхидометрических параметров мужчин первого и второго периодов зрелого возраста.....	48
3.4 Анализ возрастной динамики значений орхидометрических параметров мужчин	55
3.5 Корреляции орхидометрических и антропометрических показателей мужчин	61
3.6 Значения орхидометрических параметров мужчин разных типов телосложения	65
3.7 Взаимосвязи значений орхидометрических параметров мужчин.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
ВЫВОДЫ	115
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	117

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	118
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	120

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Исследование количественных анатомических параметров органов мужской репродуктивной системы представляет собой актуальную биомедицинскую задачу [20, 46, 57, 70, 185]. Размер яичек, напрямую коррелирующий с функциональным состоянием сперматогенного эпителия и клеток Лейдига, является одним из важнейших показателей мужской фертильности [38, 82, 171, 240]. В условиях наблюдаемого во всем мире прогрессирующего снижения показателей фертильности мужчин точная оценка размера яичек с помощью орхидометрии становится неотъемлемым элементом клинического обследования в андрологической практике [26, 47, 55, 73, 108, 231]. Отклонения от нормативных показателей служат важными клинико-анатомическими маркерами ряда патологий: гипогонадизма, крипторхизма, варикоцеле, неопластических процессов и дисфункции эндокринной системы [6, 58, 117, 142, 204, 217].

Актуальные референсные значения орхидометрических параметров важны в трансплантологии и протезировании мужских гонад [44, 60, 66, 85, 165]. Кроме того, в последнее время отмечается рост случаев дисморфофобических расстройств, связанных с аутовосприятием внешнего вида гениталий, что придает анатомическим исследованиям дополнительную социально-психологическую значимость [4, 54, 80, 160, 163]. Наконец, исследование возрастной динамики размеров яичек в онтогенезе позволяет установить закономерности пубертатного развития и последующей инволюции репродуктивной системы, что составляет основу возрастной анатомии [5, 9, 53, 74, 126, 196].

В научной литературе описаны некоторые корреляции между общими соматометрическими показателями и морфометрическими характеристиками мужских гонад, однако они достаточно противоречивы и не однозначны [46, 63, 170, 199]. В широко известной монографии «Типовая анатомия» В.Н. Шевкуненко и А.М. Геселевич на основе соотношения частей тела человека выделили клинико-анатомические типы телосложения и произвели описание яичек по их

анатомической форме, но взаимосвязь между анатомическими размерами мужских гонад и типами телосложения в целом осталась не выясненной [79]. Изучение этой взаимосвязи внесло бы определенный вклад в выяснение конституциональной обусловленности анатомических особенностей органов репродуктивной системы и их сопряженности с классическими анатомическими типами телосложения. Решение таких вопросов актуально также в контексте развития персонализированной медицины, которая ставит своей целью раннюю диагностику и профилактику заболеваний внутренних органов, исходя из уникального анатомического и функционального статуса конкретного индивида [19, 32, 43, 52, 68].

Основным методом определения размеров яичек в клинической практике является ультразвуковая диагностика [2, 34, 35, 61, 64, 241], также широко распространено использование орхидометров [42, 83, 219]. Ключевой недостаток этих методов заключается в том, что они не отражают реальные значения анатомических параметров яичка, поскольку не учитывают индивидуальные вариации формы органа, а также связаны со специфическими для этих методов погрешностями [79, 126]. В этой связи особую ценность представляют исследования на аутопсийном материале, на котором возможна прямая морфометрия. Масштабное исследование с прямым измерением размеров яичек у мужчин было осуществлено еще в 80-х годах XX века, однако полученные в нем данные не были проанализированы с учетом типов телосложения человека, а их возрастная динамика не установлена [126].

Таким образом, установление изменчивости значений орхидометрических параметров с учетом билатеральных, возрастных и конституциональных особенностей представляет актуальную научную и научно-практическую задачу, что обусловило цель настоящего исследования.

Степень разработанности темы исследования

На сегодняшний день накоплено значительное количество работ, посвященных изучению орхидометрических параметров мужчин. Одним из первых

фундаментальных исследований стала работа W.A. Schonfeld и G.W. Beebe (1942) [196], в которой с помощью орхидометра Прадера была прослежена динамика изменения объема яичек у мальчиков от рождения до зрелого возраста. В дальнейшем, в работе D.J. Handelsman и S. Staraj (1985) [126], были представлены результаты прямых инструментальных измерений морфометрических показателей яичек. В отечественной науке известна диссертация Ю.П. Белохвостикова (1990), посвященная изучению строения и изменчивости соединительнотканного остова яичка [15]. К настоящему столетию относятся исследования В.Ю. Бургарта [18], Т.Ж. Тешаева [67], И.А. Баландиной и А.В. Быкова [8], Д.А. Тихонова [70], Д.В. Максинева [39], Л.И. Аржаковой с соавторами [46], в которых размеры яичек мужчин изучались косвенными методами. Таким образом, несмотря на обилие работ, посвященных данной тематике, в XXI веке отсутствуют комплексные исследования, в которых бы прямыми методами изучались значения орхидометрических и антропометрических параметров мужчин. В связи с вышеизложенным, существует актуальная потребность в определении размеров яичек мужчин по данным прямой орхидометрии.

Цель исследования

Выявить особенности изменчивости значений орхидометрических параметров мужчин в зависимости от возраста и типа телосложения.

Задачи исследования

1. Установить вариабельность значений орхидометрических параметров современной популяции мужчин.
2. Определить особенности возрастной динамики орхидометрических показателей.
3. Выявить особенности значений орхидометрических параметров у мужчин разных типов телосложения по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner.
4. Разработать формулу определения объема яичка по значениям его линейных параметров.

Научная новизна исследования

Впервые показано, что различия в размерах мужских гонад отдельных возрастных групп разного уровня статистической значимости существенно зависят от критериев используемой возрастной классификации. При использовании строгих критериев статистической достоверности различия между возрастными группами, выделенными по функциональному критерию (22–44 года и 45–60 лет), сохраняются, в то время как различия между возрастными группами по классификации АПН СССР (1965) нивелируются. Установлено, что главной особенностью возрастной динамики орхидометрических показателей мужчин, является рост параметра ширины яичек при сопряженном уменьшении их длины и толщины ($p < 0,05$). Впервые выявлены корреляции анатомических размерных характеристик яичек с клинико-анатомическими типами телосложения. Доказано, что классические анатомические классификации типов телосложения по В.Н. Шевкуненко и по J. Tanner являются валидными для выявления различий в анатомических значениях параметров мужских гонад для мужчин разных типов телосложения. Впервые предложено уравнение множественной регрессии, описывающее зависимость объема яичка от его линейных характеристик при прямой инструментальной орхидометрии (длины, ширины и толщины).

Теоретическая и практическая значимость исследования

Полученные результаты исследования по возрастной динамике анатомических размеров яичек мужчин доказывают необходимость осторожного и критического подхода при использовании в анатомо-антропологических исследованиях общепринятой и основанной на общесоматических критериях возрастной классификации Академии педагогических наук СССР (АПН СССР) (1965) при изучении возрастной динамики формы и размеров органов мужской репродуктивной системы. Полученные факты диктуют необходимость уточнений и использования функционально и клинически обоснованных критериев возрастных особенностей органов репродуктивной системы мужчин. Установленный в исследовании сопряженный рост ширины яичек с

одновременным снижением их длины и толщины отражает возрастную динамику функционального состояния и, возможно, возрастных изменений соотношения его тканевого состава. Выявленные различия орхидометрических параметров у мужчин с разными типами телосложения доказывают конституциональную обусловленность не только общей анатомической формы яичек, но и их размерных параметров и билатеральной организации, что вносит существенный вклад в понимание взаимосвязей общих антропометрических параметров и формы тела с анатомическими параметрами репродуктивной системы.

Полученные с использованием прямых инструментальных измерений референсные значения анатомических размеров яичек на популяции мужчин Ульяновской области могут использоваться в качестве нормативных морфологических критериев для оценки анатомо-функционального состояния гонад в практике судебно-медицинской экспертизы и патологической анатомии, а также могут использоваться в практике трансплантационной и реконструктивно-восстановительной медицины. Разработанная на основе прямых инструментальных измерений формула объема мужского яичка позволяет определять его размеры с точностью до 1 мл в клинической практике андрологии и урологии. Материалы диссертации могут быть включены в протоколы судебно-медицинских и патологоанатомических исследований, в учебные программы курсов нормальной анатомии человека и лучевой диагностики в медицинских вузах.

Методология и методы исследования

Материалом для данного исследования послужили результаты прямых орхидометрических и антропометрических измерений, выполненных на выборке мужчин. Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Теоретическую основу исследования составляют анатомические принципы и современные концепции морфометрического анализа, возрастной и типовой (конституциональной) анатомии и физической антропологии. Статистическая

обработка данных проводилась с применением параметрических и непараметрических статистических методов.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Особенности возрастных изменений значений линейных параметров яичек взрослых мужчин проявляются в уменьшении их длины и толщины и увеличении ширины. С точки зрения достоверности изменений значений линейных орхидометрических параметров обоснованным является деление мужчин зрелого возраста на две группы: 22–44 года и 45–60 лет.

2. Значения орхидометрических параметров мужчин взаимосвязаны с типами телосложения по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner.

3. Математической моделью, достоверно описывающей зависимость объема яичка от значений его линейных параметров (длины, ширины и толщины), является уравнение множественной регрессии: $\text{объем яичка} = 0,401 \times \text{длина яичка} + 0,493 \times \text{ширина яичка} + 0,845 \times \text{толщина яичка} - 32,234$.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Основные результаты и положения диссертации были представлены, доложены и обсуждены на конференции Anatomical Society Winter meeting (Ливерпуль, 2024); Всероссийской научной конференции, посвященной 120-летию профессора М.Г. Привеса и 125-летию кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии имени профессора М.Г. Привеса Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова (Санкт-Петербург, 2024); Всероссийской научной конференции «Достижения отечественной морфологии» (Сибирский морфологический форум – 2025), посвященной 50-летию кафедры морфологии и общей патологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Томск, 2025); IX Всероссийском съезде анатомов, гистологов и эмбриологов России с международным участием «Фундаментальная и прикладная морфология в XXI веке» (Оренбург, 2025); VII международной научно-практической конференции «Современные аспекты макро- и

микроморфологии», посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, профессора, доктора медицинских наук Валентина Сергеевича Сперанского (Саратов, 2025); на межкафедральном заседании Частного учреждения образовательной организации высшего образования «Университет «Реавиз» (Санкт-Петербург, 2025).

Внедрение результатов исследования

Результаты исследования внедрены в учебный процесс кафедры морфологии и патологии частного учреждения образовательной организации высшего образования «Университет «Реавиз» при изучении дисциплин «Нормальная анатомия», «Патологическая анатомия» студентами, обучающимися по специальностям 31.05.01 Лечебное дело, 31.05.03 Стоматология.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из которых 2 публикации в журналах, включенных в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата, доктора наук», утвержденных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, 1 публикация в журнале, индексируемом международной реферативной базой данных Scopus. Имеется 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Объем и структура диссертации

Диссертационное исследование изложено на 147 страницах машинописного текста и состоит из введения, материалов и методов, результатов собственных исследований и их обсуждения, выводов, практических рекомендаций, перспектив дальнейшей разработки темы, списка сокращений, списка литературы. Работа иллюстрирована 38 рисунками и содержит 27 таблиц. Список литературы включает 248 источников, из них 82 отечественных и 166 зарубежных.

Личный вклад автора в исследование

Автором самостоятельно выполнены все этапы исследования: отбор материала, прямая орхидометрия, антропометрия, статистическая обработка результатов, интерпретация и описание полученных данных, подготовка материалов к публикации.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Источники развития и характеристика морфогенеза органов мужской репродуктивной системы

Несмотря на тесную взаимосвязь в развитии, органы мужской репродуктивной и мочевыделительной систем имеют разное эмбриональное происхождение. Яички, придатки яичек, семявыносящие протоки и семенные пузырьки развиваются из мезодермального вольфова протока, а простата – из энтодермальных тяжей урогенитального синуса. Наружные мужские половые органы формируются из общего индифферентного зачатка, представленного половым бугорком, половыми складками и половыми валиками [40, 59, 147]. Это различие в эмбриональных источниках может обуславливать особенности их структурных взаимосвязей с различными органами и системами организма, а также различия в частоте заболеваемости [184].

Развитие яичек представляет собой многоэтапный процесс, контролируемый различными генетическими и гормональными факторами [22]. На ранних стадиях органогенеза формируются три основные структуры: бипотенциальные гонады, мезонефральные протоки и недифференцированные наружные половые органы, включая фаллос и губно-мошоночные складки. Присутствие гена SRY на Y-хромосоме инициирует определение мужского пола и выработку тестостерона клетками Лейдига на 8-й неделе внутриутробного периода. Под влиянием тестостерона происходит следующая дифференцировка зачатков: гонады преобразуются в яички; из мезонефральных протоков формируются придатки яичек, семявыносящие протоки и семенные пузырьки. Зачаток фаллоса удлиняется, образуя пенис; а губно-мошоночные складки срастаются, формируя мошонку [41, 155, 161, 211].

Секреция тестостерона в течение первого триместра беременности находится под строгим контролем хорионического гонадотропина человека, достигая пиковых

значений на 12–17-й неделе с последующим снижением [103]. Развитие половых органов у плода мужского пола в основном завершается к 14–16-й неделе внутриутробного развития [133]. Со второго триместра беременности выработка тестостерона начинает регулироваться фетальным лютеинизирующим гормоном, что обеспечивает дальнейший рост полового члена и мошонки [133]. Повторная активация гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси происходит в первые месяцы после рождения. У новорожденных мальчиков эта «мини-пубертатная» фаза характеризуется повышением уровней лютеинизирующего гормона и фолликулостимулирующего гормона, что приводит к пику концентрации тестостерона в возрасте от 1 до 3 месяцев. Уровень тестостерона в этот период достигает 100–400 нг/дл (3,5–13,9 нмоль/л), что сопоставимо с показателями в раннем и среднем пубертате. Этот всплеск способствует росту яичек, развитию полового члена и формированию популяций клеток Сертоли и Лейдига, что критически важно для будущего сперматогенеза и фертильности [94, 107, 145, 164, 244].

Важной особенностью развития мужской половой системы является процесс опускания яичек [194]. Была предложена двухэтапная модель этого процесса, включающая трансабдоминальную и пахово-мошоночную фазы [130]. Внутриутробная миграция яичка зависит от сложных эндокринных и механических взаимодействий [22, 27, 130]. На ранних стадиях развития (примерно до 16–20-й недели) яички располагаются в подвздошной ямке и покрыты брюшиной. По мере роста плода они мигрируют из брюшной полости в мошонку. Ключевую роль в этом процессе играют развитие gubernaculum (направляющей связки), бедренно-полового нерва, кремастерных мышц и придатка яичка. Определенную вспомогательную функцию также оказывает внутрибрюшное давление [120, 138, 192]. Миграция яичек начинается на 17-й неделе и ускоряется на 24–26-й неделе. К 23-й неделе в большинстве случаев (90%) яички все еще находятся в брюшной полости. На сроке 26–28 недель яички с помощью gubernaculum проходят через глубокое паховое кольцо и попадают в паховый канал, что обычно занимает несколько дней. С 28-й недели яичко проходит через поверхностное паховое кольцо и перемещается в мошонку. Этот процесс в норме завершается в течение

3–4 недель, но в некоторых случаях может продолжаться до 12 недель после рождения [168].

В немногочисленных работах проводился анализ морфометрических показателей яичек плодов [113, 156, 166, 181, 213]. W. Subhalakshmi и соавторы исследовали пренатальное развитие яичка на 104 плодах мужского пола. Согласно полученным данным, на 9-й неделе пренатального развития яички визуализируются как удлиненные желтоватые структуры, расположенные на верхнелатеральной поверхности формирующегося мочевого пузыря и кнутри от мезонефроса. К 13-й неделе яичко приобретает эллипсоидную форму. Примерно на 16-й неделе на его передней поверхности имеется выпуклость. Придаток яичка и сам орган находятся на одном уровне до 20-й недели, после чего придаток начинает охватывать его верхний полюс, полностью покрывая переднюю поверхность к 24-й неделе. Между этими структурами также четко определяется синус. К моменту родов яичко приобретает форму, характерную для взрослого органа. Микроскопическая картина имеет следующие характерные особенности. На 9-й неделе цитоархитектоника яичка характеризуется радиально расположенными половыми тяжами. К 13-й неделе идентифицируется белочная оболочка, трубчатая организация паренхимы и клетки Лейдига. На 17-й неделе становятся заметными сосудистая оболочка и формирующиеся дольки. На 24-й неделе гистологическая картина характеризуется более многочисленными, но еще сплошными семенными канальцами, выстланными 4–5 слоями герминативных клеток, продолжают идентифицироваться клетки Лейдига. Сперматогенные клетки как светлого, так и темного типа различимы, причем светлые сперматогонии количественно преобладают. Начиная с 28-й недели становятся различимы влагалищная оболочка и полные соединительнотканые перегородки, разделяющие паренхиму на дольки. Кроме того, в семенных канальцах появляется центральная вакуолизация. К 30-й неделе наблюдается увеличение количества семенных канальцев, их извитости. К моменту родов цитоархитектоника фетального яичка не соответствует цитоархитектонике зрелого органа, что свидетельствует о продолжении процессов созревания и в постнатальном периоде.

В 2020 году в Индии было проведено исследование значений морфометрических параметров яичек у человеческих плодов на сроках гестации от 12 до 28 недель. Перед измерениями яички фиксировали в формалине. Исследуемыми параметрами были длина, ширина, толщина, масса и объем правого и левого яичка. Была установлена статистически значимая положительная корреляция между гестационным возрастом и всеми орхидометрическими показателями [181], что согласуется с данными других исследований [113, 156, 166, 213]. Данные о билатеральных различиях пренатальных яичек противоречивы. Согласно одним исследованиям, у плодов размеры правого яичка преобладают над размерами левого [166, 213]. В то же время другие авторы не выявили достоверных различий в размерах яичек в пренатальном периоде [113, 156].

В последние десятилетия отмечается рост частоты андрологических заболеваний, таких как рак яичка, гипотрофия яичек, крипторхизм и гипоспадия, что позволяет предположить наличие нарушений в развитии мужских половых желез на ранних стадиях онтогенеза [216]. Одна из наиболее признанных гипотез связывает эту тенденцию с пренатальным воздействием эндокринных факторов [28, 31, 139]. Действительно, фетальный период является критическим для развития яичек и характеризуется высокой чувствительностью ко многим внешним факторам [191]. Предполагается, что эндокринные факторы могут оказывать влияние, изменяя баланс андрогенов и эстрогенов во время критических фаз формирования и роста гонад. У грызунов и других млекопитающих было показано, что аногенитальное расстояние отражает уровень андрогенной экспозиции у плода мужского пола на ранних этапах развития. Аногенитальное расстояние, определяемое в течение критического окна для роста гениталий, сохраняется и у взрослых мужчин [132]. В связи с этим было предложено использовать аногенитальное расстояние в качестве маркера воздействия андрогенов и показателя нормального развития половых органов у человека [91]. Ряд современных исследований демонстрирует негативное влияние пренатального воздействия эндокринных факторов на репродуктивную систему взрослых мужчин, что выражается в уменьшении размеров яичек, ухудшении качества

спермы и изменении уровня половых гормонов в крови [75, 76, 182, 188, 210]. Также сообщается о постнатальном влиянии целого ряда эндокринных факторов на репродуктивную функцию мужчин [29, 37, 56, 72, 112, 173].

Таким образом, текущие данные немногих исследований позволяют заключить, что внутриутробное развитие яичек – это сложный процесс, регулируемый как генетическими, так и гормональными факторами, что делает их высокочувствительными к воздействию различных факторов, в первую очередь, эндокринных факторов, особенно в критические периоды закладки и дифференцировки. Чувствительность яичек к таким воздействиям сохраняется и в постнатальном периоде. Следовательно, воздействие эндокринных факторов является значимым фактором риска, способным негативно влиять на размеры и функцию мужских гонад.

1.2 Сравнительно-анатомическая, возрастная и билатеральная изменчивость размеров мужских гонад и их значение для репродуктивной функции

Одной из фундаментальных закономерностей в анатомии и биологической морфологии является широко распространенная среди животных, и особенно ярко выраженная у птиц, асимметрия в размерах гонад. Эта особенность представляет собой эволюционно закрепленную адаптацию, оптимизирующую репродуктивную функцию в различных экологических и поведенческих контекстах [97, 98, 111]. Ряд общих биологических закономерностей, характерных для асимметрии гонад, наблюдается и у человека [7, 46, 63, 69–71].

Для объяснения вариаций асимметрии в размерах семенников между видами и внутри них были предложены две основные гипотезы. Гипотеза упаковки предполагает, что асимметрия семенников отражает пространственные ограничения полости тела, в частности, асимметричное расположение печени и желудка [247]. Асимметричная печень может ограничивать пространство для роста яичек, в результате чего степень асимметрии семенников у разных видов коррелирует с особенностями строения полости тела. Гипотеза компенсации,

разработанная для объяснения внутривидовой направленной асимметрии, утверждает, что один семенник может компенсировать сниженную функцию другого. Исследования показали, что если один из семенников оказывался меньше среднего для данной стороны размера в популяции, то второй семенник компенсаторно увеличивался; при этом совокупная масса двух гонад была равна или превышала среднюю совокупную массу семенников в популяции, то есть наблюдалась полная компенсация [98].

У птиц чаще встречается асимметрия, при которой левое яичко преобладает в размерах [97]. Однако у некоторых таксонов картина обратная: правый семенник больше левого [186]. У представителей *Centropus grillii* асимметрия выражена крайне сильно – у них редуцирован левый семенник [121]. Исследуя размеры семенников у домовых воробьев, А.Р. Møller установил, что самцы с более выраженными вторичными половыми признаками также имели больший совокупный объем семенников, а степень асимметрии возрастала пропорционально выраженности этих признаков. При этом связь между асимметрией размеров семенников и вторичными половыми признаками не зависела от размера тела, массы тела или возраста особи [167]. Важным фактором, влияющим на размеры семенников у птиц, является конкуренция сперматозоидов – весьма специфическая форма полового отбора на клеточном уровне, возникающая после спаривания, когда сперматозоиды двух или более самцов конкурируют в половых путях самки за оплодотворение яйцеклетки. Согласно одной из точек зрения, такой посткопулятивный половой отбор способствует увеличению симметрии семенников, что объясняется необходимостью максимизации выработки спермы за счет одновременной работы обоих семенников [99]. Другие авторы, проанализировав 1010 видов птиц, изучили связь размеров яичек с экологическими и поведенческими факторами. Как в одномерном, так и в многомерном статистическом анализе размер яичек был значимо больше у видов, размножающихся колониально, по сравнению с одиночно гнездящимися видами, что также можно объяснить усилением влияния посткопулятивного полового отбора. Кроме того, размер яичек был больше у таксонов, не участвующих во

вскармливании птенцов, и наблюдалась тенденция к его увеличению с ростом размера яйцевой кладки [179]. У видов с интенсивной конкуренцией сперматозоидов также выше доля спермопродуцирующей ткани в семенниках [207].

Аналогичные закономерности наблюдаются и в других классах позвоночных. В недавнем исследовании S. Chen с соавторами изучили 116 видов бесхвостых амфибий (469 особей) в Южном и Западном Китае с целью выявления факторов, определяющих вариацию асимметрии размеров семенников [227]. Результаты показали, что у 110 видов преобладают размеры левого семенника, и лишь у 6 видов – размеры правого семенника. Для всех изученных видов степень асимметрии положительно коррелировала с относительной массой печени и жира в организме, что согласуется с гипотезой упаковки. Также было установлено, что усиление конкуренции сперматозоидов у земноводных приводит к увеличению асимметрии семенников. Таким образом, яички более асимметричны по размеру у видов с более интенсивной «сперматической» конкуренцией. При этом асимметрия размеров яичек не коррелировала с условиями окружающей среды (географической широтой, сезонностью осадков и температур).

A. Hettyey с соавторами в своем исследовании обнаружили, что относительная масса семенников уменьшается к северу [68]. Масса и длина тела оказывали независимое положительное влияние на массу семенников. Авторы пришли к выводу, что снижение относительной массы семенников к северу не согласуется с данными, полученными S. Chen с соавторами [111, 227]. E. Czykier с соавторами изучили возрастную динамику значений орхидометрических параметров у европейского зубра в возрасте от 2 месяцев до 20 лет. Масса яичек достоверно коррелировала с возрастом ($r=0,85$, $p<0,0001$) и массой тела ($r=0,93$, $p<0,0001$). Наибольшую массу яичек имели особи в возрасте 6–12 лет и старше 13 лет, когда у зубров наблюдается полностью развитый сперматогенез. Физиологическая асимметрия массы семенников у одной особи не превышала 30% [106].

У приматов относительный размер яичек является важным показателем, отражающим функции репродуктивных органов. Масса яичек у различных видов приматов значительно варьирует относительно массы тела. Установлено, что у

человекообразных обезьян различия в массе яичек связаны с типом брачной системы. Приматы, у которых самки в период эструса спариваются с несколькими самцами (полигинандрическая система), имеют относительно более крупные яички по сравнению с видами, самки которых обычно спариваются с одним самцом [90, 228].

Таким образом, существуют общие закономерности вариабельности значений анатомических параметров гонад, которые, вероятно, характерны и для человека, однако они все еще остаются недостаточно изученными, а их полный системный статистический анализ отсутствует.

1.3 Функциональная активность мужских гонад в различные возрастные периоды и ее связь со значениями анатомических параметров

На протяжении всей жизни яички играют решающую роль в сперматогенезе и продукции мужских половых гормонов [122, 172]. В зрелом возрасте около 90% массы яичка приходится на семенные канальцы, обеспечивающие сперматогенез [203]. В различные возрастные периоды яички у мужчин претерпевают структурные перестройки, обусловленные изменением соотношения паренхимы и стромы. В ходе пренатального развития и дальнейшего взросления вплоть до зрелого возраста наблюдается увеличение отношения объема семенных канальцев к объему стромы, возрастает средний диаметр канальцев, а также количество клеток Сертоли и Лейдига [104, 113].

При старении организма отмечается прогрессирующее снижение сперматогенеза, характеризующееся определенными гистоморфологическими изменениями. К ним относятся утолщение базальной мембраны семенных канальцев, уменьшение высоты сперматогенного эпителия, снижение числа половых клеток, уменьшение количества клеток Сертоли и Лейдига, склероз артериол и усиление интерстициального фиброза. В конечном итоге это приводит к изменению соотношения паренхимы и стромально-сосудистых компонентов в сторону преобладания последних [62, 125, 178, 245, 248]. Считается, что развитие возрастной тубулярной инволюции играет ведущую роль в атрофии яичек мужчин [243].

Сперматогенез – сложный процесс образования зрелых сперматозоидов в семенных канальцах яичек, регулируемый эндокринными, генетическими и средовыми факторами [124, 209]. Его эффективность определяет мужскую фертильность и демонстрирует выраженную возрастную зависимость от начала полового созревания до глубокой старости [119]. J.A. Halpern с соавторами провели сравнительное исследование спермограмм подростков мужского пола (11–19 лет) и взрослых мужчин, обратившихся в медицинский центр для диагностики фертильности. Они обнаружили, что объем эякулята, подвижность сперматозоидов и общее количество подвижных сперматозоидов у подростков значительно отличаются от аналогичных показателей у взрослых. Также было установлено, что распространенность азооспермии у подростков существенно снижалась с возрастом, приближаясь к показателям взрослых. Авторы предположили, что высокая распространенность азооспермии среди подростков обусловлена неравномерным наступлением полового созревания. Другим выводом стал факт, что даже у мальчиков 11-13 лет может наблюдаться развитый сперматогенез [110].

V. Pino с соавторами провели анализ спермы 2678 мужчин со средним возрастом $39,2 \pm 6$ лет. Из них 119 человек были в возрасте 21–30 лет, 1579 – 31–40 лет, 852 – 41–50 лет и 128 – старше 50 лет. Было установлено, что у мужчин старше 50 лет вероятность снижения объема эякулята была в 2,2 раза выше, чем у мужчин 21–30 лет. Вероятность выявления аномальной концентрации сперматозоидов у них также была выше (в 2,09 раза). Риск снижения количества сперматозоидов увеличивался с возрастом, становясь статистически значимым с 41 года [230].

Согласно данным В.А. Stone с соавторами, в норме параметры эякулята у мужчин не меняются до 34 лет. После этого возраста снижаются общее количество сперматозоидов и общее количество подвижных сперматозоидов. Концентрация сперматозоидов и доля сперматозоидов с нормальной морфологией снижаются после 40 лет, а объем эякулята – после 45 лет [86].

Одним из изученных функциональных параметров спермы является фрагментация ДНК сперматозоидов [96]. Возраст мужчин существенно влияет на этот показатель [230]. У мужчин в возрасте старше 40 лет показатели фрагментации

ДНК сперматозоидов выше, чем у мужчин младше 40 лет [87]. В ретроспективном исследовании, включившем 654 пациента с бесплодием, проанализирована взаимосвязь между возрастом и целостностью ДНК сперматозоидов. Установлено, что у мужчин в возрасте 35 лет и старше уровень фрагментации ДНК возрастает вне зависимости от стандартных показателей спермограммы [158]. Другое исследование указывает на статистически значимое увеличение фрагментации ДНК сперматозоидов только после 45 лет [157]. Гормон-продуцирующая функция яичек также снижается на четвертом десятилетии жизни. По данным S.M. Harman с соавторами, у взрослых мужчин прогрессирующее снижение выработки тестостерона начинается между четвертым и шестым десятилетиями жизни [149].

D. Well и соавторы проанализировали данные позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) с 18F-фтордезоксиглюкозой, полученные от 145 мужчин в возрасте от 11 до 90 лет [89]. Большинство ПЭТ-исследований было выполнено с целью стадирования меланомы, лимфомы или нейробластомы, либо для оценки тазобедренного сустава перед терапией. При этом из исследования исключили пациентов с метастазами в органы полости таза в анамнезе, а также тех, кто ранее проходил химио- или лучевую терапию этой области. Объем яичек увеличивался до 25-летнего возраста, после чего начинал снижаться. Показатель стандартизированного уровня накопления 18F-фтордезоксиглюкозы демонстрировал, что метаболическая активность яичек имела тенденцию к росту до 35 лет, сохраняла плато в возрасте от 35 до 65 лет и незначительно снижалась после 65 лет. Вместе с тем зарегистрированы клинические случаи, когда мужчины старше 90 лет становились биологическими отцами [196].

Таким образом, многочисленные клинические и лабораторные исследования, характеризующие фертильность молодых и зрелых мужчин, показывают, что большая часть функционально значимых показателей яичек мужчин изменяется в период 40–45 лет, однако как с этим связаны значения орхидометрических параметров – неизвестно [86, 128, 144, 157, 208, 230].

1.4 Возрастная динамика морфологии мужских гонад у человека

Значительно большое число исследований посвящено возрастным изменениям значений орхидометрических параметров. Первой крупной работой, посвященной возрастной динамике размеров яичек у людей, стало исследование W.A. Schonfeld и G.W. Beebe [196]. В него было включено около 1500 здоровых мальчиков от рождения до зрелости. Объем яичек определяли с помощью орхидометра Прадера. Согласно полученным данным, выделены два периода активного увеличения объема яичек. Первый – от рождения до 2 лет – характеризуется возрастанием показателя с 0,52 мл в неонатальном периоде до 0,83 мл к 2 годам. Второй приходится на пубертатный этап (10–18 лет), в течение которого тестикулярный объем увеличивается с 0,95 мл в 10 лет до 16,5 мл к 18 годам. По завершении пубертатного периода (к 18–20 годам) наблюдается стабилизация объема яичек на уровне около 16,5 мл (в возрасте 20–25 лет), что отражает формирование плато и свидетельствует о достижении гонадами полной морфофункциональной зрелости. Таким образом, одним из основных маркеров пубертата является изменение размеров и морфологии яичек, обусловленное активацией гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси и усилением стероидогенеза. Данные W.A. Schonfeld и G.W. Beebe о возрасте стабилизации размеров яичек согласуются с результатами A. Prader [180], который при обследовании 600 здоровых мальчиков и мужчин европеоидной расы установил, что рост яичек прекращается в 18 лет (диапазон от 15 до 21 года). Н. Takihara и соавторы, обследовав 162 лица мужского пола в возрасте от 0 до 80 лет, также сообщили, что максимальные размеры яичек достигаются к 18 годам [202].

Y.-N. Wang с соавторами провели исследование, направленное на разработку кривых роста и нормативных диаграмм для мужских наружных половых органов у детей и подростков в возрасте от 0 до 17 лет в Чунцине (Китай) [159]. Всего в исследование было включено 2974 мальчика. Объем яичек практически не менялся до 10 лет, а к 13–14 годам увеличивался с 4 мл до 12 мл. Существенной разницы в объеме между левым и правым яичками ни в одной возрастной группе выявлено не

было. Длина и диаметр полового члена постепенно увеличивались до 10 лет, а затем резко возрастали с 11 до 15 лет, что коррелировало с увеличением объема яичек.

А. Томова с соавторами исследовали в Болгарии популяцию из 6200 клинически здоровых мальчиков и юношей европеоидной расы в возрасте от 0 до 19 лет [123]. Объем яичек определяли орхидометром Прадера и установили, что яички начинают увеличиваться в размерах в 8–9 лет. До наступления полового созревания рост яичек был минимальным: средний объем составил 1,02 мл в 1 год и 1,83 мл в 10 лет. Достоверной разницы в объеме яичек между детьми первых 6 месяцев жизни и детьми в возрасте от 6 месяцев до 1 года выявлено не было. Заметное увеличение объема яичек наблюдалось после 10 лет, причем наиболее выраженный рост отмечался в возрасте 11–15 лет. После 16 лет рост яичек замедлялся. Стадия II по J. Tanner впервые была зафиксирована в 12 лет (средний объем яичек – 5,20 мл), а стадия V – в 15 лет (средний объем – 12,73 мл). Объем яичек юношей в возрасте 19 лет составляет $16,28 \pm 4,46$ мл.

D.J. Handelsman и S. Staraj провели исследование морфометрических показателей яичек на трупном материале с помощью прямого инструментального измерения. Исследование было проведено в Австралии, где преобладает (>97%) население европеоидной расы. Авторы установили, что среди мужчин 18–70 лет, внезапно умерших без сопутствующих заболеваний, средний объем яичка составил $18,1 \pm 0,2$ мл. Статистически значимое снижение объема яичек определялось только после 70 лет [126].

В исследовании Д.А. Тихонова, включившем практически здоровых юношей и молодых мужчин (средний возраст $20,5 \pm 1,4$ года), с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) был установлен средний объем яичка, равный $15,4 \pm 0,64$ мл [69]. По результатам работы в китайской популяции K.S. Chang с соавторами установили, что у мужчин 20–69 лет средний объем правого яичка варьировал от $8,81 \pm 1,27$ мл до $12,44 \pm 2,33$ мл, левого – от $7,87 \pm 1,17$ мл до $11,53 \pm 1,64$ мл [197]. А. Sheikhazadi с соавторами, анализируя посмертную массу органов взрослых жителей Тегерана, определили среднюю массу правого яичка как $24,7 \pm 5,8$ г, левого – $25,4 \pm 6,4$ г (в исследовании не указано, отделялся ли придаток при взвешивании)

[212]. Y. Takeshima с соавторами сообщили, что в японской популяции средняя масса правого яичка взрослых мужчин составляет $18,9 \pm 6,0$ г, левого – $18,5 \pm 5,7$ г [84]. Т.В. Harbitz в Норвегии на основании данных 172 аутопсий мужчин старше 40 лет установил, что суммарная масса яичек равна $31,6 \pm 10,4$ г [127].

Роль возрастных нормативов размеров яичек в клинической практике несомненна. Объем яичек рассматривается как надежный показатель, отражающий активность сперматогенеза. Установлена взаимосвязь между объемом яичек и качеством спермы [129, 205]. Известно, что у бесплодных мужчин регистрируются более низкие показатели объема яичек, обусловленные эндокринопатиями, первичной тестикулярной недостаточностью, хромосомными нарушениями, крипторхизмом и варикоцеле [116, 150]. Поэтому определение объема яичек входит в перечень стандартных процедур при обследовании органов мошонки у андрологических пациентов [108, 231].

Снижение объема яичка регистрируется при синдроме Клайнфельтера, хронических заболеваниях легких, сердца, печени, почек, ВИЧ-инфекции, онкологических заболеваниях и многих других состояниях [136, 141]. Уменьшение объема яичек при тяжелых системных заболеваниях связывают с повышением уровня глобулина, связывающего половые гормоны [131]. Атрофия яичек может возникнуть после воспалительных заболеваний, крипторхизма, варикоцеле или травмы [190]. При других патологических состояниях, таких как опухоли яичек, гранулематозное воспаление, синдром ломкой X-хромосомы, наблюдается обратная картина – размеры яичка могут увеличиваться [146, 153, 154].

Знание нормальных вариаций размеров яичек в педиатрии необходимо для оценки полового развития мальчиков [33, 201]. Оценка наружных гениталий является важной частью неонатального осмотра новорожденных мальчиков [174]. Аномалии размеров полового члена и объема яичек могут быть выявлены при осмотре и успешно скорректированы при своевременном обследовании [200, 203]. При рождении дефицит андрогенов и аномальное развитие половых органов у мальчиков тесно связаны с объемом яичек [187]. Таким образом, определение нормального объема яичек при рождении важно, поскольку фетальные яички

секретируют тестостерон, необходимый для вирилизации новорожденного и продолжения роста полового члена [223].

В последние годы неуклонно растет число операций по имплантации протезов яичек [4, 66, 237]. Имплантация протеза, являясь одним из важных методов лечения при некоторых заболеваниях яичек и раке простаты, значительно улучшает качество жизни мужчин [54, 80, 218, 229]. Протезирование яичка играет важную роль в адекватном психосексуальном развитии в детском возрасте [235]. Для восстановления фертильности мужчин с гипогонадизмом или после гонадотоксичной терапии также применяется трансплантация яичек [140]. В связи с этим подбор соответствующих размеров имплантатов имеет важное клиническое значение [85].

Таким образом, размеры яичек в постнатальном онтогенезе характеризуются значительной индивидуальной вариабельностью. Значения орхидометрических параметров демонстрируют устойчивые билатеральные и возрастные различия, а также зависимость от этнической принадлежности. Широкий разброс референсных значений, представленных в литературе, снижает их практическую ценность. В связи с этим существует насущная потребность в разработке унифицированных нормативных показателей для значений орхидометрических параметров.

1.5 Взаимосвязь размеров мужских гонад со значениями антропометрических параметров

В ряде исследований было продемонстрировано наличие корреляции между размерами наружных половых органов и соматометрическими показателями. Логично предположить, что размеры гонад прежде всего взаимосвязаны с размерами других наружных половых органов. Для оценки внутриутробного развития яичек и полового члена А. Shirakawa и соавторы провели анализ их размеров у 115 доношенных новорожденных в Японии. Объемы правого и левого яичек не были достоверно связаны с длиной полового члена [239]. Аналогичные результаты были получены в исследовании новорожденных различных этнических

групп Малайзии [236], тогда как в работе, проведенной в Индии, выявлена положительная статистически значимая корреляция между объемом яичек и длиной полового члена новорожденных [177]. При этом во всех вышеперечисленных исследованиях также была определена положительная статистически достоверная связь между объемом яичек, длиной и массой тела [236, 239].

Размеры мужских гонад и полового члена служат важными маркерами андрогенного статуса и репродуктивного потенциала. Однако данные о взаимосвязи между размерами этих органов остаются противоречивыми. Значительное число исследований было посвящено изучению корреляции между объемом яичек и общими, а также частными антропометрическими показателями у взрослых мужчин. В части работ сообщается о положительной связи объема яичек с массой тела [105, 118], тогда как в других эта корреляция отсутствует [205, 206]. Противоречия также касаются и связи с длиной тела: одни исследования подтверждают ее наличие [105, 206], другие – опровергают [199, 246]. Неоднозначные результаты были получены и в отношении индекса массы тела [105, 176, 246]. В исследовании E. Wikramanayake с участием сингальских мужчин в возрасте 21–31 года была выявлена положительная корреляция между размахом рук и объемом правого яичка ($r=0,297$, $p<0,01$), в то время как с объемом левого яичка значимой связи обнаружено не было [246].

В Турции было проведено исследование с участием 1132 здоровых мужчин в возрасте 19–30 лет. Была выявлена слабая положительная корреляция между длиной полового члена и средним объемом яичка ($r=0,143$ для длины в спокойном состоянии и $r=0,140$ для длины в растянутом состоянии; $p<0,001$ для обоих показателей) [176]. О положительной корреляции между значениями этих параметров сообщается и в другом исследовании [205].

C. Foresta с соавторами показали связь аногенитального расстояния с объемом яичек, размерами полового члена и значениями параметров семенной жидкости у молодых мужчин. Установлено, что аногенитальное расстояние имеет прямую положительную связь с объемом яичек, длиной и окружностью полового члена ($r=0,265$, $0,176$ и $0,095$ соответственно, $p<0,05$). Кроме того, с

аногенитальным расстоянием коррелировали концентрация сперматозоидов, их общее количество, подвижность и нормальная морфология ($r=0,205, 0,210, 0,216$ и $0,117$ соответственно, $p<0,05$) [92]. Поскольку аногенитальное расстояние детерминируется гормонально в ходе внутриутробного развития, значение этого параметра может служить простым маркером развития яичек и полового члена у взрослых мужчин [93].

В исследовании 172 корейских мужчин (20-69 лет) была определена корреляция между соотношением длин второго, четвертого пальцев (2D:4D) и объемом яичек. Соотношение пальцев отрицательно связано с объемом яичек, это означает, что у мужчин с более высоким значением 2D:4D вероятность иметь яички меньшего размера выше по сравнению с мужчинами с более низким соотношением [199]. Аналогичная закономерность выявлена для длины полового члена, соотношение 2D:4D являлось значимым предиктором длины полового члена в растянутом состоянии (одномерный анализ: $r = -0,216$, $P=0,009$; длина полового члена в растянутом состоянии равна $-9,201 \times 2D:4D + 20,577$) [198]. Наличие связи между размерами яичек и полового члена может объясняться тем, что дифференцировка органов репродуктивной системы и конечностей у позвоночных находится под контролем одних и тех же Нох-генов. Общий контроль развития пальцев и гонад повышает вероятность того, что особенности формирования пальцев могут быть связаны со сперматогенезом и уровнем гормонов [233]. В недавнем японском исследовании на материале 126 судебно-медицинских аутопсий мужчин 30–50 лет установлена умеренная корреляция между массой правого, левого яичек и длиной носа [170].

Таким образом, установлены некоторые взаимосвязи размеров яичек со значениями отдельных антропометрических параметров. Согласно классическим представлениям в типовой анатомии и физической антропологии отдельные органы и системы органов, их форма, размеры и топография тесно взаимосвязаны с общими типами телосложения [23, 67, 76–78].

В последнее время предпринимались попытки продемонстрировать такую взаимосвязь на разных схемах соматотипирования. Однако следует отметить, что

классические схемы соматотипирования и определение типов телосложения, детерминирующих форму и размеры отдельных органов и систем органов, учитывают иные, чем это принято в современной анатомо-антропологической практике критерии. И эти классические типы телосложения учитывают отнюдь не постоянно меняющийся в течение жизни компонентный состав тела, а стабильные значения параметров общих размеров и пропорций тела.

В 2021 году Д.В. Максинев, обследовав выборку из 606 человек 18–25 лет, определил связь между размерами яичек и типами конституции по W.L. Rees и H.J. Eysenck [39]. Размер яичек определяли с помощью штангенциркуля, а относительный битестикулярный объем вычисляли как отношение абсолютного объема яичек к объему тела. Сравнение относительного битестикулярного объема выявило статистически значимые различия между астениками и нормостениками ($p < 0,01$), нормостениками и пикниками ($p < 0,01$), астениками и пикниками ($p < 0,001$). Установлены особенности асимметрии яичек. Показано, что у астеников объемы мужских гонад симметричны; у нормостеников объем левого яичка больше на 1,9%; у пикников объем правого яичка больше на 3,8%. Максимальный объем правого яичка отмечен у пикников (превышение показателя астеников на 7,4%), левого – у нормостеников (превышение показателя астеников на 3,8%). Абсолютный битестикулярный объем возрастал от астеников к пикникам (разница 5,2%). Для относительного битестикулярного объема характерна та же тенденция, что и для большинства размеров полового члена, – равномерное снижение от астеников к пикникам (разница 21,2%). Наибольшая вариабельность орхидометрических признаков отмечена у астеников (45,75–58,54%), наименьшая – у пикников (29,34–34,69%). Абсолютный битестикулярный объем увеличивался по мере перехода от астенического к пикническому типу телосложения (разница 5,2%). Для относительного битестикулярного объема прослеживалась противоположная тенденция, аналогичная закономерностям, выявленным для большинства размеров полового члена: равномерное снижение показателя от астеников к пикникам (разница 21,2%). Оценка вариабельности признаков показала, что наибольший разброс значений характерен для группы

астеников (45,75–58,54%). Наименее вариабельными изучаемые признаки были у пикников (29,34–34,69%).

В другом исследовании В.Ю. Бургарт сообщает, что при соматотипировании по схеме В.В. Бунака в модификации В.П. Чтецова качество спермы снижается в ряду соматотипов от грудного до неопределенного. Мускульный соматотип ассоциирован со статистически значимо большим суммарным объемом яичек, в то время как у представителей других соматотипов суммарный объем мужских гонад значимо не различался [17].

Таким образом, имеющиеся исследования свидетельствуют о том, что в настоящее время отсутствует единое мнение о нормальных размерах яичек у мужчин зрелого возраста. Это обусловлено различной методологией измерения мужских гонад, а также значительными индивидуальными, групповыми, этническими вариациями. Практически отсутствуют исследования, в которых всесторонне и комплексно изучались бы значения прямых морфометрических параметров яичек. Имеются существенные противоречия в данных о связи размеров яичек как с общими, так и с частными соматометрическими показателями, что требует более детального изучения данного вопроса. Отсутствуют публикации, описывающие взаимосвязь прямых орхидометрических показателей с классическими типами телосложения. Много неясностей и в отношении возрастной динамики орхидометрических показателей в зрелом возрасте. Вышеизложенное свидетельствует о необходимости установления референсных величин орхидометрических показателей, определяющих границы их физиологической вариабельности в популяции здоровых мужчин, а также более детального изучения вариативности значений орхидометрических параметров и их взаимосвязи с типами телосложения.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Диссертационное исследование выполнено в период с 2021 по 2025 год на кафедре морфологии и патологии частного учреждения образовательной организации высшего образования «Университет «Реавиз». Проведение всех этапов исследования одобрено локальным этическим комитетом частного учреждения образовательной организации высшего образования «Университет «Реавиз» (заключение от 18.06.2021 г.). Инструментальные исследования проводились в условиях отдела судебно-медицинской экспертизы трупов на базе государственного казенного учреждения здравоохранения «Ульяновское областное бюро судебно-медицинской экспертизы» (г. Ульяновск) в периоды с 01.01.2022 г. по 31.03.2022 г. и с 02.09.2022 по 02.10.2023 г. с соблюдением требований и на основании пп. 42, 44, 48.14 раздела «IV. Особенности порядка организации и проведения экспертизы трупа» Порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации, утвержденного Приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 мая 2010 г. № 346н «Об утверждении порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации». Все первичные данные исследованных были обезличены в соответствии с требованиями п. 3 ст. 6 действующего Федерального закона РФ 152-ФЗ «О персональных данных» (Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ).

В качестве материала для исследования использованы данные антропометрических и орхидометрических измерений, полученные при обследовании 229 мужчин в возрасте от 19 до 88 лет, проживавших на территории Ульяновской области [48]. Вся выборка была подвергнута процедуре отбора в соответствии с критериями исключения. Критериями исключения служили данные медицинской документации или результаты вскрытия, свидетельствующие о наличии у мужчин заболеваний печени, злокачественных новообразований,

ВИЧ-инфекции, хронических заболеваний легких и почек, а также патологий яичек и их оболочек. В результате применения критериев исключения из исследования были выведены 12 мужчин. Таким образом, итоговая выборка составила 217 мужчин различных возрастных групп: юношеского возраста, первого и второго периодов зрелого возраста, а также пожилого и старческого возраста (таблица 1). Возраст обследованных варьировал от 19 до 88 лет, составив в среднем $45,94 \pm 13,79$ года. Согласно критерию Шапиро – Уилка, распределение возраста в исследуемой выборке отличалось от нормального ($p=0,00003$) (рисунок 1).

Таблица 1 – Материалы и методы исследования

Наименование методов исследования	Параметры	Число субъектов (наблюдений)	Общее число измерений
Измерение длины тела	Длина тела, см	217	217
Измерение ширины плеч	Ширина плеч, см	217	217
Измерение ширины таза	Ширина таза, см	217	217
Измерение длины нижней конечности	Длина нижней конечности, см	217	217
Инструментальная орхидометрия	Максимальная длина (правого и левого яичка), мм	217	2170
	Максимальная ширина (правого и левого яичка), мм		
	Максимальная толщина (правого и левого яичка), мм		
	Масса (правого и левого яичка), г		
	Объем (правого и левого яичка), мл		
Вычисление производных величин и индексов	Трохантерный индекс	217	2821
	Индекс андрогении		
	Длина туловища, см		
	Длина корпуса, см		
	Тип телосложения по В.Н. Шевкуненко-1		

Окончание таблицы 1

Наименование методов исследования	Параметры	Число субъектов (наблюдений)	Общее число измерений
Вычисление производных величин и индексов	Тип телосложения по В.Н. Шевкуненко-2	217	2821
	Тип телосложения по J. Tanner		
	Плотность яичка (правого и левого), г/мл		
	Суммарный объем яичек, мл		
	Суммарная масса яичек, г		
	Средний объем яичка, мл		
	Средняя масса яичка, г		
Общее число анализируемых статистических параметров	27	217	5859

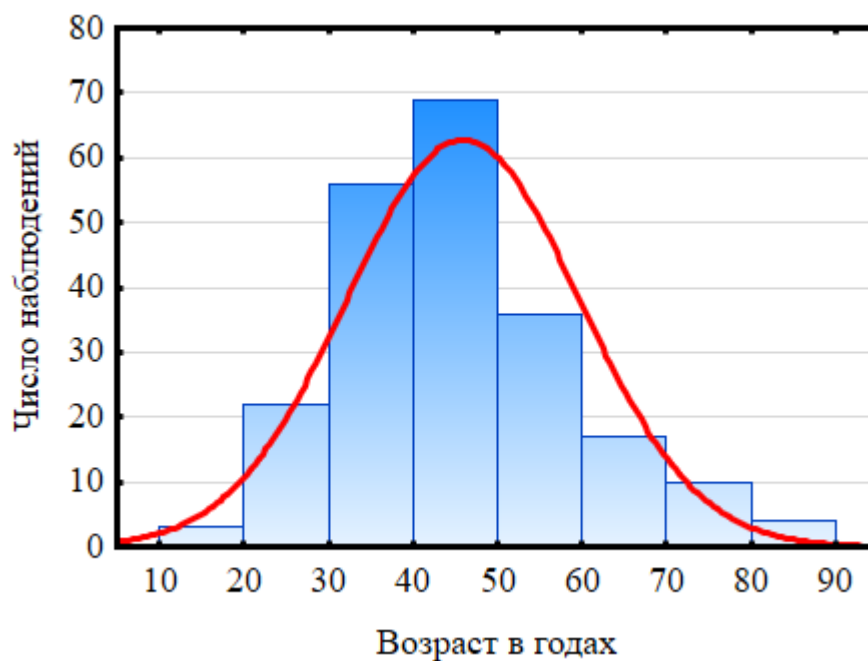


Рисунок 1 – Диаграмма возрастной структуры исследованной группы случаев.

Примечание: кривая нормальности распределения обозначена красной линией

При статистическом анализе результатов исследования с целью объективности и достоверности использовали различные подходы и критерии возрастной периодизации к формированию групп наблюдения:

1) для выявления общих границ количественной анатомической изменчивости яичек в разделах «3.1 Вариабельность значений орхидометрических параметров мужчин» и «3.2 Билатеральные различия значений орхидометрических параметров мужчин» анализ выполнен на всей выборке без деления на возрастные группы (19–88 лет, N=217) – сплошное исследование. Аналогичный подход сплошной выборки был использован для анализа корреляции между значениями орхидометрических и антропометрических параметров в разделе «3.5 Корреляции орхидометрических и антропометрических показателей мужчин» и для установления множественных связей орхидометрических параметров между собой в разделе «3.7 Взаимосвязи значений орхидометрических параметров мужчин»;

2) для установления возрастных изменений и анализа различий значений орхидометрических параметров взрослых мужчин зрелого возраста использовали два подхода; в разделе «3.3 Сравнительная характеристика значений орхидометрических параметров мужчин первого и второго периодов зрелого возраста» использовали стандартную антропологическую схему периодизации, рекомендованную Международным симпозиумом по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (1965) [36], в которой первому возрасту соответствовала группа мужчин 22–35 лет (N=38) и группа мужчин второго возраста 36–60 лет (N=143) и которые были выделены соответственно указанной классификации;

3) во втором подходе для решения указанной выше задачи выявления возрастных изменений в разделе «3.4 Анализ возрастной динамики значений орхидометрических параметров мужчин» использовали линейный корреляционный анализ Пирсона и всю выборку наблюдений (19–88 лет, N=217);

4) в связи с тем, что результаты двухвыборочного t-теста (см. п. 2 выше) и корреляционного анализа (см. п. 3 выше) противоречили друг другу, в этом же разделе 3.4 в качестве критерия разделения групп был использован другой

возрастной критерий – 45 лет, так как, согласно литературным данным, после этого возраста наблюдается снижение сперматогенной функции яичка [86, 128, 144, 157, 207, 230]; вся выборка в этом разделе таким образом была разделена на две иные возрастные группы: мужчины 22–44 лет (N=103) и 45–60 лет (N=78);

5) в разделе «3.6 Значения орхидометрических параметров мужчин разных типов телосложения» деление на какие-либо возрастные группы исходно не требовалось, поскольку типы телосложения по схемам В.Н. Шевкуненко и J. Tanner стабильны в онтогенезе, что давало возможность использования всей совокупности наблюдений. Однако, учитывая литературные данные о влиянии возраста на размеры яичка, сравниваемые группы проверяли на однородность состава как по возрасту, так и типу телосложения. Для этого, также как и в разделе 3.4 (см. п. 4 выше), все наблюдения были разделены на две возрастные группы: мужчины 22–44 лет (N=103) и 45–60 лет (N=78). В результате влияние фактора соматотипа на размеры яичка оценивались только в однотипных по возрасту группах, что исключало одновременное влияние двух факторов (возраста и типа телосложения) на значения орхидометрических параметров.

Исследование тел и яичек проводилось на первые сутки с момента наступления смерти. Соматометрическая программа включала общие соматические измерения: длину тела, длину нижней конечности, ширину плеч и ширину таза. Все измерения проводились в горизонтальном положении тела на спине на секционном столе. Верхние и нижние конечности были выпрямлены и расположены вдоль тела, стопы согнуты под прямым углом по отношению к голени. Измерение антропометрических показателей выполнено с точностью до 0,1 см. Длина тела определялась медицинским ростом (расстояние от верхушечной точки головы до подошвенной поверхности стоп). С помощью антропометра на правой половине тела определялась длина нижней конечности, вычисляемая как полусумма расстояний от подошвенной поверхности стопы до передней верхней подвздошной ости и лобкового симфиза. Большим толстотным циркулем измерялись ширина плеч (расстояние между акромиальными точками) и ширина таза (расстояние между наиболее выступающими точками подвздошных

гребней) [45]. На основании полученных данных рассчитывались производные показатели: трохантерный индекс рассчитывался как отношение длины тела к длине нижней конечности; индекс андрогении – как отношение ширины плеч к ширине таза [16, 81].

Для определения типа телосложения использовали схемы соматотипирования, позволяющие отнести конкретного индивидуума к определенному типу телосложения. Для определения популяционной нормы использовали метод определения параметрических границ по величине $M \pm 0,67\sigma$ в популяционной выборке [24]. Соматотипирование проводилось по схемам В. Н. Шевкуненко [45, 79]. Для этого определяли два индекса: индекс В.Н. Шевкуненко-1 рассчитывался как отношение ширины плеч к длине тела; индекс В.Н. Шевкуненко-2 рассчитывался как отношение длины нижней конечности к длине тела. По значению индекса В.Н. Шевкуненко-1 выделены следующие типы телосложения: долихоморфный (<21), мезоморфный ($21-22,7$), брахиморфный ($>22,7$). По значению индекса В.Н. Шевкуненко-2 выделены следующие типы телосложения: брахиморфный ($<51,6$); мезоморфный ($51,6-53,5$); долихоморфный ($>53,5$). Также проводилось соматотипирование по J. Tanner путем определения индекса полового диморфизма, который рассчитывался как разница между трехкратным произведением ширины плеч и шириной таза [25, 214]. По значению индекса полового диморфизма выделены следующие типы телосложения: гинекоморфный ($<80,9$), мезоморфный ($80,9-90,1$), андроморфный ($>90,1$).

Измерения яичек проводились во время аутопсии. После извлечения из тела яичко освобождали от окружающих структур: придатка, семявыносящего протока, париетального листка влагалищной оболочки и элементов семенного канатика. Препарированное яичко помещали на ровную горизонтальную поверхность и для предотвращения изменения формы органа, обусловленного его деформацией, максимально быстро измеряли его линейные параметры электронным штангенциркулем с точностью до 0,01 мм (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Фотография. Измерение длины яичка электронным штангенциркулем



Рисунок 3 – Фотография. Измерение ширины яичка электронным штангенциркулем

Длина яичка определялась как расстояние между верхним и нижним концами яичка. Ширина яичка определялась как расстояние между передним и задним краями яичка. Толщина яичка определялась как расстояние между медиальной и латеральной поверхностями яичка. После линейных измерений определяли массу яичка на лабораторных весах с точностью до 0,001 г и объем методом водозамещения в мерном цилиндре с точностью до 0,1 мл [1]. Затем рассчитывались производные орхидометрические показатели. Плотность яичка

определяли как отношение его массы к объему. Математическим путем также вычисляли следующие интегральные показатели: суммарная масса яичек, средняя масса яичка, суммарный объем яичек и средний объем яичка. Для математического расчета объемов яичек по значениям их линейных параметров использовались три нижеописанные формулы, которые широко применяются в клинической практике при ультразвукографии. Эмпирическая формула:

$$V=D \times Ш \times T \times 0,71, \quad (1)$$

где V – объем яичка (мл), D – максимальная длина яичка (мм), $Ш$ – максимальная ширина яичка (мм), T – максимальная толщина яичка (мм).

Формула объема эллипсоида:

$$V=D \times Ш \times T \times 0,52, \quad (2)$$

где V – объем яичка (мл), D – максимальная длина яичка (мм), $Ш$ – максимальная ширина яичка (мм), T – максимальная толщина яичка (мм).

Формула объема вытянутого сфероида:

$$V=D \times Ш^2 \times 0,52, \quad (3)$$

где V – объем яичка (мл), D – максимальная длина яичка (мм), $Ш$ – максимальная ширина яичка (мм) [57, 162, 202].

Статистическая обработка результатов выполнена поэтапно. На первом этапе сформирована и систематизирована первичная база данных в формате таблиц с применением программы Microsoft Excel 2020 (Microsoft Corporation, США). Дальнейший анализ выполнялся в программе Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США). На первом этапе для каждой переменной проводилась проверка соответствия распределения нормальному закону с помощью критерия Шапиро – Уилка. Для анализа применялся следующий набор методов: описательная статистика, корреляционный анализ с вычислением коэффициента Пирсона (r), U-критерий Манна – Уитни, однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с поправкой Бонферрони, тест Краскела – Уоллиса, регрессионный анализ, построение частотных таблиц, гистограмм и корреляционных матриц [51]. Для попарного сравнения групп после теста Краскела – Уоллиса использовался критерий множественных сравнений средних рангов (критерий Данна) с поправкой

Бонферрони. Для оценки влияния независимых факторов на зависимую переменную применялся многофакторный дисперсионный анализ в программном обеспечении IBM SPSS Statistics 27 (IBM Corp., США). Во всех видах анализа статистически значимыми считались различия при уровне $p < 0,05$.

ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Вариабельность значений орхидометрических параметров мужчин

Методом прямого инструментального измерения получены значения анатомо-морфометрических параметров яичек 217 мужчин в возрасте от 19 до 88 лет. На основе полученных данных рассчитаны производные показатели. Все результаты систематизированы в единую базу и подвергнуты статистической обработке [13, 137].

Средняя длина правого яичка в обследованной нами популяции составила $46,92 \pm 4,89$ мм и варьировала в пределах значений от 33,0 мм до 58,0 мм с 95% доверительным интервалом $46,27 \div 47,58$ мм; левого – $45,60 \pm 4,72$ мм и варьировала в пределах значений от 31,0 мм до 59,0 мм с 95% доверительным интервалом $44,97 \div 46,23$ мм (таблица 2). Средняя ширина правого яичка равнялась $33,06 \pm 3,71$ мм при размахе от 24,0 мм до 42,0 мм с 95% доверительным интервалом $32,56 \div 33,56$ мм; левого – $32,24 \pm 3,69$ мм в диапазоне от 22,0 до 41,0 мм с 95% доверительным интервалом $31,74 \div 32,73$ мм. Средняя толщина правого яичка составила $17,78 \pm 2,76$ мм при вариациях от 9,0 мм до 24,0 мм с 95% доверительным интервалом $17,41 \div 18,15$ мм; левого – $17,35 \pm 2,84$ мм с размахом от 8,0 мм до 26,0 мм с 95% доверительным интервалом $16,97 \div 17,74$ мм. Анализ выявил умеренную вариабельность длины яичек (коэффициент вариации: 10,41% для правого и 10,35% для левого). Вариабельность ширины была несколько выше (коэффициент вариации: 11,21% для правого и 11,44% для левого). Наибольшая вариабельность среди линейных параметров отмечена для толщины яичек (коэффициент вариации: 15,51% для правого и 16,37% для левого). Анализ нормальности распределения показал значимое отклонение от нормальности по эксцессу для толщины левого яичка ($1,12 \pm 0,33$). Существенных отклонений по показателям асимметрии для всех параметров правого (длина: $-0,17 \pm 0,17$; ширина: $0,15 \pm 0,17$; толщина: $-0,20 \pm 0,17$) и

левого (длина: $-0,20 \pm 0,17$; ширина: $0,05 \pm 0,17$; толщина: $-0,21 \pm 0,17$) яичек выявлено не было. Не обнаружено также значимых отклонений по эксцессу для длины, ширины и толщины правого яичка ($-0,19 \pm 0,33$; $-0,38 \pm 0,33$; $0,25 \pm 0,33$ соответственно) и для длины и ширины левого яичка ($0,23 \pm 0,33$; $-0,17 \pm 0,33$ соответственно).

Таблица 2 – Статистическая характеристика линейных орхидометрических показателей мужчин 19–88 лет (N=217)

Наименование параметра	Яичко	$M \pm \sigma$	m	95% ДИ среднего	CV, %	W*
Длина, мм	Правое	$46,92 \pm 4,89$	0,33	$46,27 \div 47,58$	10,41	0,1604*
	Левое	$45,60 \pm 4,72$	0,32	$44,97 \div 46,23$	10,35	0,1004*
Ширина, мм	Правое	$33,06 \pm 3,71$	0,25	$32,56 \div 33,56$	11,21	0,0420
	Левое	$32,24 \pm 3,69$	0,25	$31,74 \div 32,73$	11,44	0,0745*
Толщина, мм	Правое	$17,78 \pm 2,76$	0,19	$17,41 \div 18,15$	15,51	0,0053
	Левое	$17,35 \pm 2,84$	0,19	$16,97 \div 17,74$	16,37	0,0002

Примечание: * – значение уровня значимости критерия нормальности Шапиро – Уилка; выборка имеет распределение, близкое к нормальному распределению при $p > 0,05$.

Средняя масса правого яичка составила $18,44 \pm 5,69$ г и варьировала в пределах значений от 5,77 г до 33,98 г с 95% доверительным интервалом $17,68 \div 19,20$ г; левого – $17,28 \pm 5,41$ г и варьировала в пределах значений от 4,17 г до 35,02 г с 95% доверительным интервалом $16,55 \div 18,00$ г (таблица 3). Средний объем правого яичка равнялся $17,82 \pm 5,60$ мл и варьировал в пределах значений от 5,00 мл до 33,0 мл с 95% доверительным интервалом $17,07 \div 18,56$ мл; левого – $16,63 \pm 5,31$ мл и варьировал в пределах значений от 5,00 мл до 34,0 мл с 95% доверительным интервалом $15,92 \div 17,34$ мл. Средняя плотность правого яичка составила $1,04 \pm 0,03$ г/мл и варьировала в пределах значений от 0,89 г/мл до 1,15 г/мл с 95% доверительным интервалом $1,03 \div 1,04$ г/мл, левого – $1,04 \pm 0,03$ г/мл и варьировала в пределах значений от 0,83 г/мл до 1,17 г/мл с 95% доверительным интервалом $1,04 \div 1,05$ г/мл. Для параметров массы и объема яичек была характерна высокая вариабельность (коэффициенты вариации составили от 30,87% до 31,93%).

В то же время плотность яичек демонстрировала низкую вариабельность (коэффициент вариации: 2,88% для правого и 3,05% для левого). Анализ нормальности распределения выявил значимые отклонения по асимметрии для массы левого яичка ($0,57 \pm 0,17$), объема левого яичка ($0,62 \pm 0,17$) и плотности левого яичка ($-0,88 \pm 0,17$). По эксцессу значимые отклонения от нормального распределения обнаружены для плотности правого ($4,19 \pm 0,33$) и левого ($9,03 \pm 0,33$) яичек. Не выявлено значимых отклонений от нормального распределения: по асимметрии для массы правого яичка ($0,50 \pm 0,17$), объема правого яичка ($0,48 \pm 0,17$) и плотности правого яичка ($-0,11 \pm 0,17$); по эксцессу для массы правого ($-0,01 \pm 0,33$) и левого ($0,61 \pm 0,33$) яичек, а также объема правого ($-0,07 \pm 0,33$) и левого ($0,55 \pm 0,33$) яичек.

Таблица 3 – Статистическая характеристика массы, объема и плотности яичек мужчин 19–88 лет (N=217)

Наименование параметра	Яичко	$M \pm \sigma$	m	95% ДИ среднего	CV, %	W*
Масса, г	Правое	$18,44 \pm 5,69$	0,39	$17,68 \div 19,20$	30,87	0,0025
	Левое	$17,28 \pm 5,41$	0,37	$16,55 \div 18,00$	31,30	0,0016
Объем, мл	Правое	$17,82 \pm 5,60$	0,38	$17,07 \div 18,56$	31,42	0,0016
	Левое	$16,63 \pm 5,31$	0,36	$15,92 \div 17,34$	31,93	0,0002
Плотность, г/мл	Правое	$1,04 \pm 0,03$	0,002	$1,03 \div 1,04$	2,88	0,0000
	Левое	$1,04 \pm 0,03$	0,002	$1,04 \div 1,05$	3,05	0,0000

Примечание: * – значение уровня значимости критерия нормальности Шапиро – Уилка; выборка имеет распределение, близкое к нормальному распределению при $p > 0,05$.

Суммарная масса яичек составила $35,72 \pm 10,83$ г и варьировала в пределах значений от 9,94 г до 67,68 г с 95% доверительным интервалом $34,27 \div 37,17$ г; средняя масса яичка – $17,86 \pm 5,42$ г и находилась в пределах значений от 4,97 г до 33,84 г с 95% доверительным интервалом $17,13 \div 18,58$ г (таблица 4). Суммарный объем яичек равнялся $34,45 \pm 10,35$ мл и варьировал в пределах значений от 10,0 мл до 65,0 мл с 95% доверительным интервалом $33,02 \div 35,87$ мл; средний объем – $17,22 \pm 5,33$ мл и находился в пределах значений от 5,0 мл до 32,5 мл с 95%

доверительным интервалом $16,51 \div 17,94$ мл. Для всех перечисленных параметров (суммарная и средняя масса яичек, суммарный и средний объем яичек) была характерна высокая вариабельность, что подтверждается коэффициентами вариации в диапазоне от 30,33% до 30,93%. Анализ нормальности распределения выявил значимые отклонения по показателю асимметрии для суммарной массы яичек ($0,55 \pm 0,17$), средней массы яичка ($0,55 \pm 0,17$), суммарного объема яичек ($0,57 \pm 0,17$) и среднего объема яичек ($0,57 \pm 0,17$). Значимых отклонений по эксцессу для этих параметров выявлено не было (значения составили $0,29 \pm 0,33$ и $0,25 \pm 0,33$ соответственно).

Таблица 4 – Статистическая характеристика суммарных и средних показателей массы и объема яичек мужчин 19–88 лет (N=217)

Наименование параметра	$M \pm \sigma$	m	95% ДИ среднего	CV, %	W*
Суммарная масса яичек, г	$35,72 \pm 10,83$	0,74	$34,27 \div 37,17$	30,33	0,0013
Средняя масса яичка, г	$17,86 \pm 5,42$	0,37	$17,13 \div 18,58$	30,33	0,0013
Суммарный объем яичек, мл	$34,45 \pm 10,35$	0,72	$33,02 \div 35,87$	30,93	0,0006
Средний объем яичка, мл	$17,22 \pm 5,33$	0,36	$16,51 \div 17,94$	30,93	0,0006

Примечание: * – значение уровня значимости критерия нормальности Шапиро – Уилка; выборка имеет распределение, близкое к нормальному распределению при $p > 0,05$.

Для определения референсных значений орхидометрических параметров для изучаемой популяции мужчин нами использован принцип сигмальных отклонений с расчетом интервала $M \pm 0,67\sigma$. Данный интервал принят за зону норморхии. Значения ниже $M - 0,67\sigma$ определены как гипоорхия, выше $M + 0,67\sigma$ – как гиперорхия. Диапазон анатомической нормы для длины правого яичка составил от 43,64 мм до 50,20 мм; для левого яичка этот показатель находился в пределах от 42,44 мм до 48,76 мм. При оценке ширины яичек установлено, что зона норморхии для правого яичка располагается в интервале от 30,58 мм до 35,54 мм; для левого – от 29,77 мм до 34,71 мм. Анализ толщины яичек показал, что диапазон

анатомической нормы для правого яичка составляет от 15,93 мм до 19,63 мм; для левого этот показатель варьирует от 15,45 мм до 19,25 мм. Диапазон анатомической нормы массы правого яичка составил от 14,63 г до 22,25 г; для левого яичка масса в пределах нормы находилась в интервале от 13,66 г до 20,90 г. Объем правого яичка, соответствующий зоне норморхия, варьировал от 14,07 мл до 21,52 мл. Для левого яичка границы анатомической нормы объема составили от 13,07 мл до 20,19 мл. Соответственно, значения вышеуказанных орхидометрических параметров ниже приведенных диапазонов были определены как гипоорхия, выше – как гиперорхия (таблица 5).

Таблица 5 – Референсные значения ($M \pm 0,67\sigma$) параметров правого и левого яичек мужчин 19–88 лет (N=217)

Наименование параметра	Яичко	Гипоорхия	Норморхия	Гиперорхия
Длина, мм	Правое	<43,64	43,64÷50,20	>50,20
	Левое	<42,44	42,44÷48,76	>48,76
Ширина, мм	Правое	<30,58	30,58÷35,54	>35,54
	Левое	<29,77	29,77÷34,71	>34,71
Толщина, мм	Правое	<15,93	15,93÷19,63	>19,63
	Левое	<15,45	15,45÷19,25	>19,25
Масса, г	Правое	<14,63	14,63÷22,25	>22,25
	Левое	<13,66	13,66÷20,90	>20,90
Объем, мл	Правое	<14,07	14,07÷21,52	>21,52
	Левое	<13,07	13,07÷20,19	>20,19

Таким образом, результаты исследования демонстрируют асимметрию размеров яичек мужчин, выражающуюся в достоверном преобладании морфометрических показателей правого яичка над левым. Полученные количественные критерии анатомической нормы размеров яичек могут служить базовыми ориентирами при морфометрической оценке органов репродуктивной системы у мужчин в клинической практике.

3.2 Билатеральные различия значений орхидометрических параметров мужчин

Анализ билатеральных различий значений орхидометрических параметров у 217 мужчин в возрасте от 19 до 88 лет проводился в два этапа. На первом этапе был проведен однофакторный дисперсионный анализ, который выявил статистически значимые различия между правым и левым яичками по значениям параметра длины: длина правого яичка достоверно превышала длину левого ($p < 0,01$) (рисунок 4). Также было установлено достоверное преобладание размеров правого яичка над левым по следующим значениям орхидометрических параметров: ширина ($p < 0,05$), масса ($p < 0,05$) и объем ($p < 0,05$) (рисунки 5, 6, 7). Статистически значимых различий между правым и левым яичками по значениям параметра толщины выявлено не было.

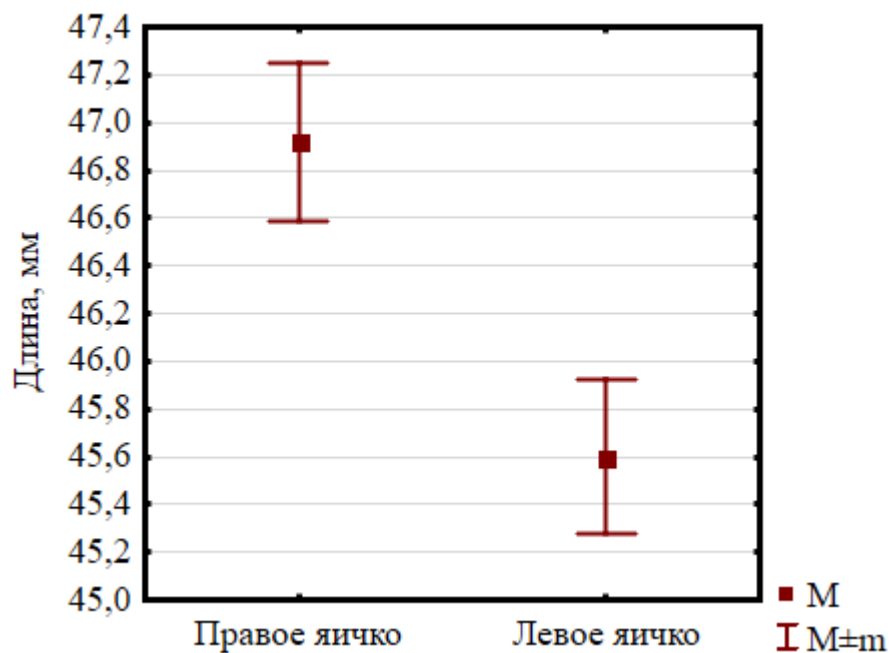


Рисунок 4 – Диаграмма длины правого и левого яичка (мм) мужчин 19–88 лет

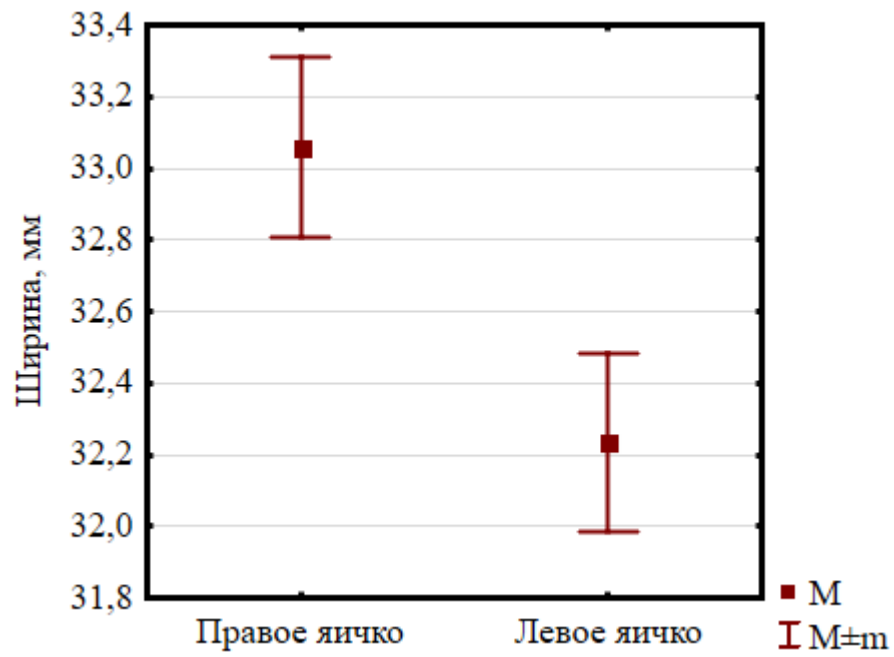


Рисунок 5 – Диаграмма ширины правого и левого яичка (мм) мужчин 19–88 лет

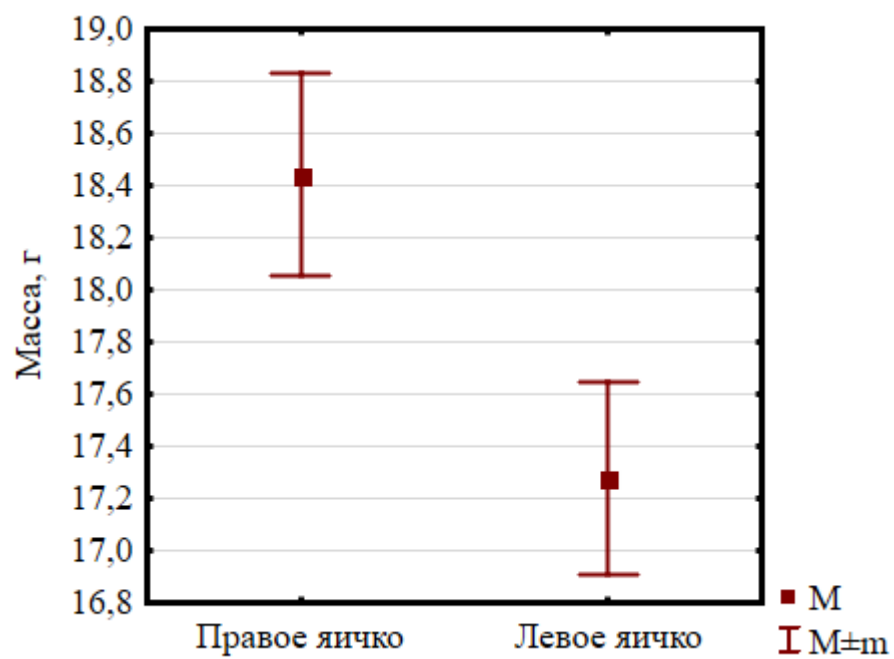


Рисунок 6 – Диаграмма массы правого и левого яичка (мм) мужчин 19–88 лет

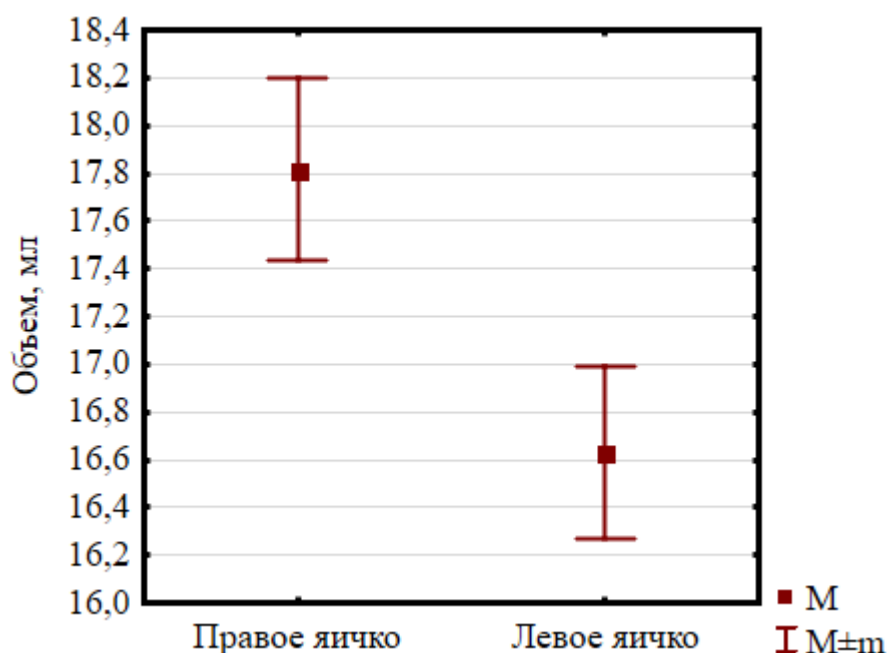


Рисунок 7 – Диаграмма объема правого и левого яичка (мм) мужчин 19–88 лет

На следующем этапе исследования выполнен комплексный анализ абсолютных и относительных показателей билатеральной асимметрии яичек с учетом ее направленности. Данные о величине билатеральных различий значений орхидометрических параметров мужчин представлены в таблице 6 [10, 14].

Анализ показателей билатеральной асимметрии показал, что наибольшие билатеральные различия среди значений линейных орхидометрических параметров характерны для длины яичка: в $63,13 \pm 0,48\%$ случаев ($N=137$) правое яичко было длиннее левого; в $23,04 \pm 0,42\%$ случаев ($N=50$) – левое длиннее правого; в $13,82 \pm 0,35\%$ ($N=30$) случаев их длина была одинаковой. При прямой асимметрии длина правого яичка превышала длину левого на $2,66 \pm 0,19$ мм, а при обратной – длина левого яичка была больше на $1,56 \pm 0,11$ мм. Абсолютная величина билатеральной разницы яичек по их длине составила $2,04 \pm 0,14$ мм.

Для ширины яичек структура билатеральных различий представлена следующим образом: правое яичко шире левого в $54,84 \pm 0,50\%$ случаев ($N=119$); левое яичко шире правого в $20,28 \pm 0,40\%$ случаев ($N=44$); ширина яичек одинакова в $24,88 \pm 0,43\%$ случаев ($N=54$). При прямой асимметрии ширина правого яичка превышала ширину левого на $2,06 \pm 0,16$ мм, при обратной – на $1,50 \pm 0,10$ мм.

Абсолютная величина билатеральной разницы яичек по их ширине составила $1,43 \pm 0,10$ мм.

Таблица 6 – Статистические показатели билатеральных различий значений орхидометрических параметров мужчин 19–88 лет (N=217)

Наименование параметра	Вид асимметрии ¹	N	Относительные показатели	Абсолютные показатели
			P $\pm\sigma$, %	M $\pm m$
Длина яичка, мм	R-L $\rightarrow$ [R>L]	137	63,13 $\pm$ 0,48	2,66 $\pm$ 0,19
	L-R $\rightarrow$ [L>R]	50	23,04 $\pm$ 0,42	1,56 $\pm$ 0,11
	R-L $\rightarrow$ [R=L]	30	13,82 $\pm$ 0,35	–
	Abs [R-L]	217	–	2,04 $\pm$ 0,14
Ширина яичка, мм	R-L $\rightarrow$ [R>L]	119	54,84 $\pm$ 0,50	2,06 $\pm$ 0,16
	L-R $\rightarrow$ [L>R]	44	20,28 $\pm$ 0,40	1,50 $\pm$ 0,10
	R-L $\rightarrow$ [R=L]	54	24,88 $\pm$ 0,43	–
	Abs [R-L]	217	–	1,43 $\pm$ 0,10
Толщина яичка, мм	R-L $\rightarrow$ [R>L]	98	45,16 $\pm$ 0,50	1,61 $\pm$ 0,13
	L-R $\rightarrow$ [L>R]	50	23,04 $\pm$ 0,42	1,30 $\pm$ 0,09
	R-L $\rightarrow$ [R=L]	69	31,80 $\pm$ 0,46	–
	Abs [R-L]	217	–	1,03 $\pm$ 0,08
Масса яичка, г	R-L $\rightarrow$ [R>L]	151	69,59 $\pm$ 0,46	2,12 $\pm$ 0,19
	L-R $\rightarrow$ [L>R]	66	30,41 $\pm$ 0,46	1,02 $\pm$ 0,11
	R-L $\rightarrow$ [R=L]	0	–	–
	Abs [R-L]	217	–	1,78 $\pm$ 0,14
Объем яичка, мл	R-L $\rightarrow$ [R>L]	127	58,53 $\pm$ 0,49	2,47 $\pm$ 0,20
	L-R $\rightarrow$ [L>R]	37	17,05 $\pm$ 0,38	1,54 $\pm$ 0,13
	R-L $\rightarrow$ [R=L]	53	24,42 $\pm$ 0,43	–
	Abs [R-L]	217	–	1,71 $\pm$ 0,14

Примечание: ¹ – R-L $\rightarrow$ [R>L] – среднее значение модуля билатеральных различий значений параметра при его правостороннем преобладании; L-R $\rightarrow$ [L>R] – среднее значение модуля билатеральных различий значений параметра при его правостороннем преобладании; Abs [R-L] – среднее значение всех модулей при билатеральных различиях значений параметра независимо от стороны преобладания.

Наименьшие билатеральные различия среди значений линейных орхидометрических параметров отмечены для толщины яичек: правое яичко толще левого в $45,16 \pm 0,50\%$ случаев ($N=98$); левое яичко толще правого в $23,04 \pm 0,42\%$ случаев ($N=50$); толщина яичек одинакова в $31,80 \pm 0,46\%$ случаев ($N=69$). При прямой асимметрии толщина правого яичка превышала толщину левого на $1,61 \pm 0,13$ мм, при обратной – на $1,30 \pm 0,09$ мм. Абсолютная величина билатеральной разницы яичек по их толщине составила $1,03 \pm 0,08$ мм.

Анализ значений параметра массы яичек выявил следующие закономерности: правое яичко тяжелее левого в $69,59 \pm 0,46\%$ случаев ($N=151$); левое яичко тяжелее правого в $30,41 \pm 0,46\%$ случаев ($N=66$); случаев равенства по массе не установлено. При прямой асимметрии масса правого яичка превышала массу левого на $2,12 \pm 0,19$ г, при обратной – на $1,02 \pm 0,11$ г. Абсолютная величина билатеральной разницы яичек по их массе составила $1,78 \pm 0,14$ г.

Структура билатеральных различий по значениям параметра объема яичек имеет следующий характер: объем правого яичка превышал объем левого в $58,53 \pm 0,49\%$ случаев ($N=127$); объем левого яичка превышал объем правого в $17,05 \pm 0,38\%$ случаев ($N=37$); объемы правого и левого яичек равны в $24,42 \pm 0,43\%$ случаев ($N=53$). При прямой асимметрии объем правого яичка превышал объем левого на $2,47 \pm 0,20$ мл, при обратной – на $1,54 \pm 0,13$ мл. Абсолютная величина билатеральной разницы яичек по их объему составила $1,71 \pm 0,14$ мл.

Таким образом, билатеральные различия в значениях орхидометрических параметров мужчин статистически значимы, при этом морфометрические показатели правого яичка достоверно превышают показатели левого.

3.3 Сравнительная характеристика значений орхидометрических параметров мужчин первого и второго периодов зрелого возраста

Был проведен анализ значений орхидометрических параметров у мужчин первого (22–35 лет) и второго периодов (36–60 лет) зрелого возраста согласно схеме возрастной периодизации, рекомендованной АПН СССР (1965) [36]. Группу

первого периода зрелого возраста составили 38 мужчин (средний возраст $29,9 \pm 3,94$ года), группу второго периода зрелого возраста – 143 мужчины (средний возраст $45,6 \pm 6,32$ года). Согласно данным таблицы 7, в группе мужчин первого периода зрелого возраста средняя длина правого яичка составила $47,71 \pm 5,08$ мм ($m=0,82$; диапазон варьирования составил 38,0–58,0 мм), левого – $46,42 \pm 4,64$ мм ($m=0,75$; диапазон: 38,0–59,0 мм). Средняя ширина правого яичка равнялась $31,61 \pm 3,54$ мм ($m=0,57$; диапазон: 25,0–39,0 мм), левого – $31,24 \pm 3,38$ мм ($m=0,55$; диапазон: 24,0–37,0 мм). Средняя толщина правого яичка составила $18,44 \pm 2,69$ мм ($m=0,44$; диапазон: 13,0–23,0 мм), левого – $18,47 \pm 2,72$ мм ($m=0,44$; диапазон: 12,0–24,0 мм). В группе мужчин второго периода зрелого возраста средняя длина правого яичка составила $47,08 \pm 4,64$ мм ($m=0,39$; диапазон: 35,0–57,0 мм), левого – $45,82 \pm 4,38$ мм ($m=0,37$; диапазон: 35,0–55,0 мм). Средняя ширина правого яичка – $33,10 \pm 3,50$ мм ($m=0,29$; диапазон: 24,0–42,0 мм), левого – $32,25 \pm 3,41$ мм ($m=0,29$; диапазон: 23,0–41,0 мм). Средняя толщина правого яичка – $17,78 \pm 2,61$ мм ($m=0,22$; диапазон: 9,0–24,0 мм), левого – $17,26 \pm 2,59$ мм ($m=0,22$; диапазон: 8,0–24,0 мм) [65].

Таблица 7 – Сравнительная характеристика линейных орхидометрических показателей мужчин первого (22–35 лет, N=38) и второго периодов (36–60 лет, N=143) зрелого возраста

Наименование параметра	Яичко	Мужчины первого периода зрелого возраста	Мужчины второго периода зрелого возраста	p (поправка Бонферрони)	p (U-критерий Манна – Уитни)
		M $\pm$ σ	M $\pm$ σ		
Длина, мм	Правое	$47,71 \pm 5,08$	$47,08 \pm 4,64$	0,464	0,672
	Левое	$46,42 \pm 4,64$	$45,82 \pm 4,38$	0,457	0,666
Ширина, мм	Правое	$31,61 \pm 3,54$	$33,10 \pm 3,50$	0,020*	0,032*
	Левое	$31,24 \pm 3,38$	$32,25 \pm 3,41$	0,104	0,197
Толщина, мм	Правое	$18,44 \pm 2,69$	$17,78 \pm 2,61$	0,163	0,168
	Левое	$18,47 \pm 2,72$	$17,26 \pm 2,59$	0,012*	0,014*

Примечание: * – статистически значимые различия при $p < 0,05$.

Для выявления статистически значимых различий между возрастными группами был проведен однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони. При уровне значимости $p < 0,05$ достоверные различия были установлены для ширины правого яичка ($p = 0,020$) (рисунок 8) и толщины левого яичка ($p = 0,012$) (рисунок 9). При более строгом уровне значимости ($p < 0,01$) статистически значимых различий выявлено не было. Аналогичные результаты получены при применении непараметрического U-критерия Манна – Уитни (значение p для ширины правого яичка составило 0,032, для толщины левого яичка – 0,014). При анализе остальных линейных орхидометрических показателей (длины правого и левого яичек, ширины левого яичка, толщины правого яичка) с использованием однофакторного дисперсионного анализа (с поправкой Бонферрони) и U-критерия Манна – Уитни статистически значимых межгрупповых различий выявлено не было.

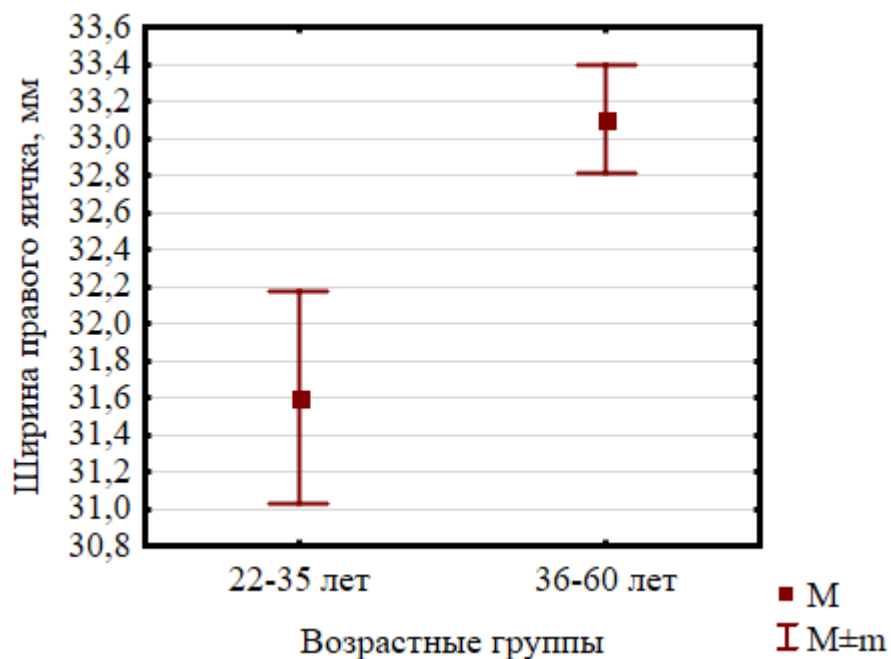


Рисунок 8 – Диаграмма ширины правого яичка (мм) в возрастных группах

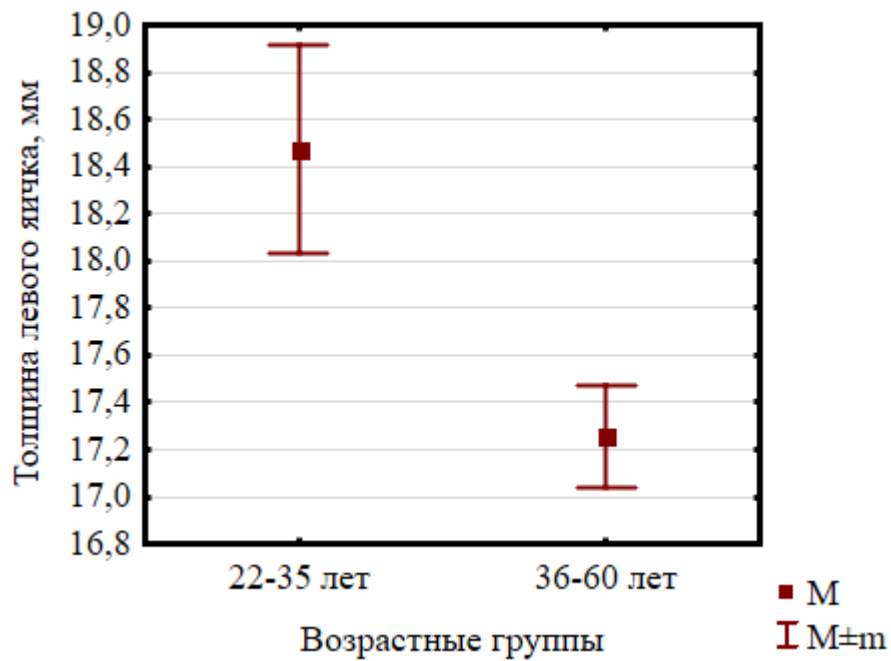


Рисунок 9 – Диаграмма толщины левого яичка (мм) в возрастных группах

Согласно данным таблицы 8, в группе мужчин первого периода зрелого возраста средняя масса правого яичка составила $18,68 \pm 5,94$ г ($m=0,96$; диапазон варьирования составил от 9,1 г до 33,6 г), левого – $17,86 \pm 5,40$ г ($m=0,88$; диапазон: 8,27–30,6 г). Средний объем правого яичка равнялся $18,16 \pm 5,87$ мл ($m=0,95$; диапазон: 9,00–33,0 мл), левого – $17,21 \pm 5,37$ мл ($m=0,87$; диапазон: 8,0–30,0 мл). Средняя плотность правого яичка составила $1,03 \pm 0,03$ г/мл ($m=0,004$; диапазон: 0,95–1,10 г/мл), левого – $1,04 \pm 0,02$ г/мл ($m=0,004$; диапазон: 1,00–1,10 г/мл). В группе второго зрелого возраста средняя масса правого яичка составила $18,44 \pm 5,40$ г ($m=0,45$; диапазон: 7,5–34,0 г), левого – $17,27 \pm 5,07$ г ($m=0,42$; диапазон: 5,0–34,8 г). Средний объем правого яичка – $17,82 \pm 5,28$ мл ($m=0,44$; диапазон: 8,0–33,0 мл), левого – $16,60 \pm 5,00$ мл ($m=0,42$; диапазон: 5,0–34,0 мл). Средняя плотность правого яичка – $1,04 \pm 0,03$ г/мл ($m=0,003$; диапазон: 0,89–1,12 г/мл), левого – $1,04 \pm 0,03$ г/мл ($m=0,003$; диапазон: 0,96–1,18 г/мл). Сравнение параметров массы, объема и плотности яичек между группами первого и второго периодов зрелого возраста с использованием однофакторного дисперсионного анализа (с поправкой Бонферрони) и U-критерия Манна – Уитни статистически значимых межгрупповых различий не выявило.

Таблица 8 – Сравнительная характеристика массы, объема и плотности яичек мужчин первого (22–35 лет, N=38) и второго периодов (36–60 лет, N=143) зрелого возраста

Наименование параметра	Яичко	Мужчины первого периода зрелого возраста	Мужчины второго периода зрелого возраста	p (поправка Бонферрони)	p (U-критерий Манна – Уитни)
		M±σ	M±σ		
Масса, г	Правое	18,68±5,94	18,44±5,40	0,813	0,896
	Левое	17,86±5,40	17,27±5,07	0,530	0,515
Объем, мл	Правое	18,16±5,87	17,82±5,28	0,731	0,864
	Левое	17,21±5,37	16,60±5,00	0,512	0,479
Плотность, г/мл	Правое	1,03±0,03	1,04±0,03	0,235	0,156
	Левое	1,04±0,02	1,04±0,03	0,708	0,908

Согласно данным таблицы 9, в группе мужчин первого периода зрелого возраста суммарная масса яичек составила $36,54 \pm 11,12$ г ($m=1,80$; диапазон варьирования составил от 17,3 г до 64,2 г), средняя масса яичка – $18,27 \pm 5,56$ г ($m=0,90$; диапазон: 8,7–32,1 г), суммарный объем яичек – $35,37 \pm 11,02$ мл ($m=1,79$; диапазон: 17,0–63,0 мл), средний объем яичка – $17,68 \pm 5,51$ мл ($m=0,89$; диапазон: 8,5–31,5 мл). В группе второго периода зрелого возраста суммарная масса яичек равнялась $35,71 \pm 10,15$ г ($m=0,85$; диапазон: 15,5–65,7 г), средняя масса яичка – $17,85 \pm 5,07$ г ($m=0,42$; диапазон: 7,7–32,8 г), суммарный объем яичек – $34,42 \pm 9,99$ мл ($m=0,84$; диапазон: 15,0–65,0 мл), средний объем – $17,21 \pm 4,99$ мл ($m=0,42$; диапазон: 7,5–32,5 мл). Сравнение суммарных и средних показателей массы и объема яичек между группами с использованием однофакторного дисперсионного анализа (с поправкой Бонферрони) и U-критерия Манна – Уитни статистически значимых межгрупповых различий не выявило.

Таблица 9 – Сравнительная характеристика суммарных и средних показателей массы и объема яичек мужчин первого (22–35 лет, N=38) и второго периодов (36–60 лет, N=143) зрелого возраста

Наименование параметра	Мужчины первого периода зрелого возраста	Мужчины второго периода зрелого возраста	p (поправка Бонферрони)	p (U-критерий Манна – Уитни)
	M±σ	M±σ		
Суммарная масса яичек, г	36,54±11,12	35,71±10,15	0,662	0,667
Средняя масса яичка, г	18,27±5,56	17,85±5,07	0,662	0,667
Суммарный объем яичек, мл	35,37±11,02	34,42±9,99	0,611	0,648
Средний объем яичка, мл	17,68±5,51	17,21±4,99	0,611	0,648

На основе проведенных исследований установлены нормативные значения размеров яичек для мужчин первого и второго периодов зрелого возраста, представленные в виде $M \pm 0,67\sigma$. У мужчин первого периода зрелого возраста диапазон анатомической нормы для длины правого яичка составил от 44,31 мм до 51,11 мм; для левого яичка этот показатель находился в пределах от 43,32 мм до 49,52 мм. При оценке ширины яичек установлено, что зона норморхии для правого яичка располагается в интервале от 29,24 мм до 33,98 мм; для левого – от 28,98 мм до 33,50 мм. Анализ толщины яичек показал, что диапазон анатомической нормы для правого яичка составляет от 16,64 мм до 20,24 мм; для левого этот показатель варьирует от 16,65 мм до 20,29 мм. Диапазон анатомической нормы массы правого яичка составил от 14,70 г до 22,66 г; для левого яичка масса в пределах нормы находилась в интервале от 14,24 г до 21,48 г. Объем правого яичка, соответствующий зоне норморхии, варьировал от 14,23 мл до 22,09 мл. Для левого яичка границы анатомической нормы объема составили от 16,61 мл до 20,81 мл. Соответственно, значения вышеуказанных орхидометрических параметров

мужчин первого периода зрелого возраста ниже приведенных диапазонов были определены как гипоорхия, выше – как гиперорхия (таблица 10).

Таблица 10 – Референсные значения ($M \pm 0,67\sigma$) для параметров правого и левого яичек мужчин первого периода зрелого возраста (22–35 лет, N=38)

Наименование параметра	Яичко	Гипоорхия	Норморхия	Гиперорхия
Длина, мм	Правое	<44,31	44,31÷51,11	>51,11
	Левое	<43,32	43,32÷49,52	>49,52
Ширина, мм	Правое	<29,24	29,24÷33,98	>33,98
	Левое	<29,98	28,98÷33,50	>33,50
Толщина, мм	Правое	<16,64	16,64÷20,24	>20,24
	Левое	<16,65	16,65÷20,29	>20,29
Масса, г	Правое	<14,70	14,70÷22,66	>22,66
	Левое	<14,24	14,24÷21,48	>21,48
Объем, мл	Правое	<14,23	14,23÷22,09	>22,09
	Левое	<16,61	16,61÷20,81	>20,81

У мужчин второго периода зрелого возраста диапазон анатомической нормы для длины правого яичка составил от 43,96 мм до 50,20 мм; для левого яичка этот показатель находился в пределах от 42,89 мм до 48,75 мм. При оценке ширины яичек установлено, что зона норморхии для правого яичка располагается в интервале от 30,74 мм до 35,45 мм; для левого – от 29,97 мм до 34,53 мм. Анализ толщины яичек показал, что диапазон анатомической нормы для правого яичка составляет от 16,03 мм до 19,53 мм; для левого этот показатель варьирует от 15,52 мм до 19,00 мм. Диапазон анатомической нормы массы правого яичка составил от 14,82 г до 22,06 г; для левого яичка масса в пределах нормы находилась в интервале от 13,88 г до 20,66 г. Объем правого яичка, соответствующий зоне норморхии, варьировал от 14,29 мл до 21,35 мл. Для левого яичка границы анатомической нормы объема составили от 13,25 мл до 19,95 мл. Соответственно, значения вышеуказанных орхидометрических параметров мужчин второго периода зрелого возраста ниже приведенных диапазонов были определены как гипоорхия, выше – как гиперорхия (таблица 11).

Таблица 11 – Референсные значения ($M \pm 0,67\sigma$) для параметров правого и левого яичек мужчин второго периода зрелого возраста (36–60 лет, N=143)

Наименование параметра	Яичко	Гипоорхия	Норморхия	Гиперорхия
Длина, мм	Правое	<43,96	43,96÷50,20	>50,20
	Левое	<42,89	42,89÷48,75	>48,75
Ширина, мм	Правое	<30,74	30,74÷35,45	>35,45
	Левое	<29,97	29,97÷34,53	>34,53
Толщина, мм	Правое	<16,03	16,03÷19,53	>19,53
	Левое	<15,52	15,52÷19,00	>19,00
Масса, г	Правое	<14,82	14,82÷22,06	>22,06
	Левое	<13,88	13,88÷20,66	>20,66
Объем, мл	Правое	<14,29	14,29÷21,35	>21,35
	Левое	<13,25	13,25÷19,95	>19,95

Таким образом, деление на возрастные группы мужчин зрелого возраста согласно возрастной периодизации, предложенной АПН СССР (1965) [36], при оценке значений орхидометрических параметров позволило выявить возрастные различия первого уровня значимости ($p < 0,05$) между мужчинами первого (21–35 лет) и второго (35–60 лет) периодов зрелого возраста лишь по значениям двух параметров – ширине правого яичка и толщине левого яичка; при высоком же уровне статистической достоверности ($p < 0,01$) различия отсутствуют.

3.4 Анализ возрастной динамики значений орхидометрических параметров мужчин

Было проведено исследование динамики возрастных изменений значений орхидометрических параметров мужчин. В таблице 12 представлены результаты корреляционного анализа Пирсона между значениями орхидометрических параметров мужчин (19–88 лет, N=217) и их возрастом при различных уровнях статистической значимости.

Таблица 12 – Корреляционная матрица линейной зависимости значений орхидометрических параметров мужчин 19–88 лет (N=217) от возраста при различных уровнях статистической значимости

Наименование параметра	Уровень статистической значимости (p)		
	<0,05	<0,01	<0,001
Длина правого яичка	–0,16*	–0,16	–0,16
Ширина правого яичка	0,28*	0,28*	0,28*
Толщина правого яичка	–0,24*	–0,24*	–0,24*
Масса правого яичка	–0,06	–0,06	–0,06
Объем правого яичка	–0,07	–0,07	–0,07
Длина левого яичка	–0,19*	–0,19*	–0,19
Ширина левого яичка	0,19*	0,19*	0,19
Толщина левого яичка	–0,30*	–0,30*	–0,30*
Масса левого яичка	–0,11	–0,11	–0,11
Объем левого яичка	–0,10	–0,10	–0,10

Примечание: * – статистически значимые корреляции при соответствующих уровнях достоверности.

Как видно из данных таблицы 12, коэффициенты корреляции Пирсона (r) варьируют по модулю от 0,10 до 0,30. Статистически значимыми при $p < 0,05$ оказались 6 корреляций, при $p < 0,01$ – 5, а при $p < 0,001$ – 3. При $p < 0,001$ была установлена статистически значимая отрицательная связь между возрастом и толщиной правого ($r = -0,24$) и левого ($r = -0,30$) яичка. Также при данном уровне значимости выявлена положительная связь между возрастом и шириной правого яичка ($r = 0,28$). Для значений остальных орхидометрических параметров (длина, масса, объем правого яичка; длина, ширина, масса и объем левого яичка) статистически значимых корреляций с возрастом при $p < 0,001$ не обнаружено.

Таким образом, корреляционный анализ выявил значимую связь значений ряда орхидометрических параметров мужчин с возрастом (при $p < 0,01$) [11]. Однако, как было показано в разделе 3.3, при разделении выборки по возрастной периодизации, предложенной АПН СССР (1965) [36], статистически значимых различий в значениях изучаемых параметров между группами мужчин первого и второго периодов зрелого возраста при $p < 0,01$ выявлено не было. Для разрешения

этого противоречия была предпринята попытка изменения возрастного критерия на основе имеющихся в литературе клинических и функциональных данных. Анализ литературы [86, 128, 144, 157, 208, 230] показал, что снижение сперматогенной функции яичка в большинстве случаев происходит после 45 лет. Для разделения выборки на две группы был выбран возрастной критерий в 45 лет. На этом основании были сформированы две группы наблюдения: 1-ю группу составили 103 мужчины в возрасте 22–44 лет (средний возраст – $36,15 \pm 5,70$ лет), 2-ю группу – 78 мужчин в возрасте 45–60 лет (средний возраст – $50,37 \pm 4,11$ лет).

Проведена сравнительная характеристика орхидометрических показателей мужчин в возрасте 22–44 лет ($N=103$) и 45–60 лет ($N=78$). В группе мужчин в возрасте 22–44 лет средняя длина правого яичка составила $47,60 \pm 4,74$ мм ($m=0,47$; диапазон варьирования составил от 36,0 мм до 58,0 мм), левого – $46,30 \pm 4,37$ мм ($m=0,43$; диапазон: 35,0–59,0 мм). Средняя ширина правого яичка равнялась $32,19 \pm 3,39$ мм ($m=0,33$; диапазон: 24,0–40,0 мм), левого – $31,58 \pm 3,29$ мм ($m=0,32$; диапазон: 23,0–40,0 мм). Средняя толщина правого яичка составила $18,12 \pm 2,76$ мм ($m=0,32$; диапазон: 9,0–24,0 мм), левого – $17,77 \pm 2,78$ мм ($m=0,27$; диапазон: 8,0–24,0 мм).

В группе мужчин в возрасте 45–60 лет средняя длина правого яичка составила $46,69 \pm 4,69$ мм ($m=0,53$; диапазон: 35,0–57,0 мм), левого – $45,47 \pm 4,49$ мм ($m=0,51$; диапазон: 35,0–55,0 мм). Средняя ширина правого яичка – $33,58 \pm 3,62$ мм ($m=0,41$; диапазон: 26,0–42,0 мм), левого – $32,64 \pm 3,52$ мм ($m=0,40$; диапазон: 26,0–41,0 мм). Средняя толщина правого яичка – $17,65 \pm 2,46$ мм ($m=0,28$; диапазон: 11,0–24,0 мм), левого – $17,18 \pm 2,47$ мм ($m=0,28$; диапазон: 8,0–23,0 мм).

Сравнение значений линейных параметров между группами с использованием однофакторного дисперсионного анализа (с поправкой Бонферрони) выявило статистически значимые различия (при $p < 0,05$) по ширине правого яичка и ширине левого яичка (рисунки 10, 11). При этом различия для ширины правого яичка сохранились и на более строгом уровне значимости (при $p < 0,01$). Не выявлено статистически значимых межгрупповых различий в значениях длины и толщины правого и левого яичек (при $p < 0,05$).

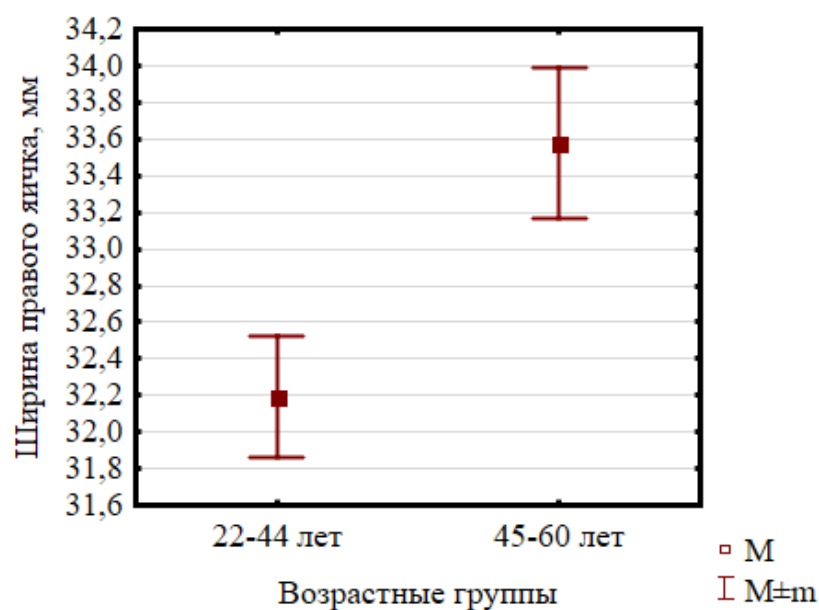


Рисунок 10 – Диаграмма ширины правого яичка (мм) в возрастных группах

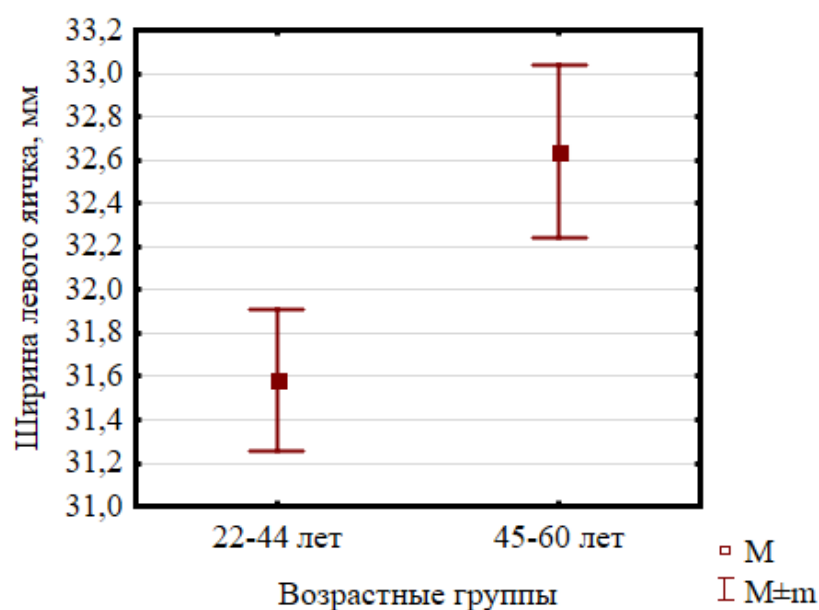


Рисунок 11 – Диаграмма ширины левого яичка (мм) в возрастных группах

Также проведен анализ с помощью U-критерия Манна – Уитни, который выявил статистически значимые различия по ширине правого яичка ($p < 0,05$). При анализе длины правого и левого яичек, ширины левого яичка, толщины правого и левого яичек с использованием U-критерия Манна – Уитни статистически значимых межгрупповых различий выявлено не было (таблица 13).

Таблица 13 – Сравнительная характеристика линейных орхидометрических показателей мужчин в возрасте 22–44 лет (N=103) и мужчин в возрасте 45–60 лет (N=78)

Наименование параметра	Яичко	Мужчины в возрасте 22–44 лет	Мужчины в возрасте 45–60 лет	p (поправка Бонферрони)	p (U-критерий Манна – Уитни)
		M±σ	M±σ		
Длина, мм	Правое	47,60±4,74	46,69±4,69	0,201	0,172
	Левое	46,30±4,37	45,47±4,49	0,214	0,240
Ширина, мм	Правое	32,19±3,39	33,58±3,62	0,009**	0,022*
	Левое	31,58±3,29	32,64±3,52	0,039*	0,090
Толщина, мм	Правое	18,12±2,76	17,65±2,46	0,244	0,236
	Левое	17,77±2,78	17,18±2,47	0,142	0,161

Примечание: * – статистически значимые различия при $p < 0,05$; ** – статистически значимые различия при $p < 0,01$.

В группе мужчин в возрасте 22–44 лет средняя масса правого яичка составила $18,58 \pm 5,48$ г ($m=0,54$; диапазон варьирования составил от 8,2 г до 33,6 г), левого – $17,50 \pm 5,06$ г ($m=0,50$; диапазон: 7,8–32,2 г). Средний объем правого яичка равнялся $17,99 \pm 5,40$ мл ($m=0,53$; диапазон: 8,0–33,0 мл), левого – $16,83 \pm 5,00$ мл ($m=0,49$; диапазон: 8,0–32,0 мл). Средняя плотность правого яичка составила $1,03 \pm 0,03$ г/мл ($m=0,003$; диапазон: 0,89–1,11 г/мл), левого – $1,04 \pm 0,03$ г/мл ($m=0,003$; диапазон: 0,97–1,17 г/мл). В группе мужчин в возрасте 45–60 лет средняя масса правого яичка составила $18,38 \pm 5,57$ г ($m=0,63$; диапазон: 7,6–34,0 г), левого – $17,24 \pm 5,25$ г ($m=0,59$; диапазон: 5,0–34,8 г). Средний объем правого яичка – $17,76 \pm 5,43$ мл ($m=0,61$; диапазон: 8,0–32,0 мл), левого – $16,60 \pm 5,20$ мл ($m=0,58$; диапазон: 5,0–34,0 мл). Средняя плотность правого яичка – $1,04 \pm 0,03$ г/мл ($m=0,003$; диапазон: 0,95–1,12 г/мл), левого – $1,04 \pm 0,04$ г/мл ($m=0,003$; диапазон: 0,96–1,13 г/мл). Сравнение значений параметров массы, объема и плотности яичек между группами мужчин в возрасте 22–44 лет и 45–60 лет с использованием однофакторного дисперсионного анализа (с поправкой Бонферрони) и U-критерия Манна – Уитни статистически значимых межгрупповых различий не выявило (таблица 14).

Таблица 14 – Сравнительная характеристика массы, объема и плотности яичек мужчин в возрасте 22–44 лет (N=103) и мужчин в возрасте 45–60 лет (N=78)

Наименование параметра	Яичко	Мужчины в возрасте 22–44 лет	Мужчины в возрасте 45–60 лет	р (поправка Бонферрони)	р (U-критерий Манна – Уитни)
		M±σ	M±σ		
Масса, г	Правое	18,58±5,48	18,38±5,57	0,814	0,643
	Левое	17,50±5,06	17,24±5,25	0,733	0,719
Объем, мл	Правое	17,99±5,40	17,76±5,43	0,774	0,627
	Левое	16,83±5,00	16,60±5,20	0,771	0,769
Плотность, г/мл	Правое	1,03±0,03	1,04±0,03	0,683	0,651
	Левое	1,04±0,03	1,04±0,04	0,843	0,629

В группе мужчин в возрасте 22–44 лет суммарная масса яичек составила 36,08±10,31 г (m=1,02; диапазон варьирования составил от 15,9 г до 65,6 г), средняя масса яичка – 18,04±5,16 г (m=0,51; диапазон: 8,0–32,8 г), суммарный объем яичек – 34,82±10,18 мл (m=1,00; диапазон: 16,0–65,0 мл), средний объем яичка – 17,41±5,09 мл (m=0,50; диапазон: 8,0–32,5 мл). В группе мужчин в возрасте 45–60 лет суммарная масса яичек равнялась 35,62±10,42 г (m=1,18; диапазон: 15,5–65,7 г), средняя масса яичка – 17,81±5,21 г (m=0,59; диапазон: 7,7–32,8 г), суммарный объем яичек – 34,36±10,26 мл (m=1,12; диапазон: 15,0–64,0 мл), средний объем – 17,18±5,13 мл (m=0,58; диапазон: 7,5–32,0 мл). Сравнение суммарных и средних показателей массы и объема яичек между группами мужчин в возрасте 22–44 лет и 45–60 лет с использованием однофакторного дисперсионного анализа (с поправкой Бонферрони) и U-критерия Манна – Уитни статистически значимых межгрупповых различий не выявило (таблица 15).

Таблица 15 – Сравнительная характеристика суммарных и средних показателей массы и объема яичек мужчин в возрасте 22–44 лет (N=103) и мужчин в возрасте 45–60 лет (N=78)

Наименование параметра	Мужчины в возрасте 22–44 лет	Мужчины в возрасте 45–60 лет	р (поправка Бонферрони)	р (U-критерий Манна – Уитни)
	M±σ	M±σ		
Суммарная масса яичек, г	36,08±10,31	35,62±10,42	0,769	0,631
Средняя масса яичка, г	18,04±5,16	17,81±5,21	0,769	0,631
Суммарный объем яичек, мл	34,82±10,18	34,36±10,26	0,766	0,659
Средний объем яичка, мл	17,41±5,09	17,18±5,13	0,766	0,659

Таким образом, можно сделать следующий вывод. Выявленные достоверные корреляционные связи между значениями орхидометрических параметров и возрастом, отсутствие высокосignальных (при $p < 0,01$) статистических различий в значениях орхидометрических параметров при делении зрелых мужчин на первый и второй периоды, согласно общепринятой возрастной периодизации (АПН СССР, 1965) (22–35 лет и 35–60 лет), наличие этих различий (при $p < 0,01$) между мужчинами в возрасте 22–44 года и 45–60 лет, а также данные литературы, свидетельствующие о снижении функциональных показателей мужской репродуктивной системы в начале четвертого десятилетия жизни, позволяют утверждать, что мужчин зрелого возраста, с точки зрения динамики значений орхидометрических параметров, целесообразно разделять на две возрастные группы – 22–44 года и 45–60 лет.

3.5 Корреляции орхидометрических и антропометрических показателей мужчин

Для оценки взаимосвязи орхидометрических и антропометрических показателей мужчин был применен стандартный корреляционный анализ. В процессе статистического анализа оценивали наличие линейной корреляционной связи с использованием коэффициента Пирсона (r), а также ее силу, направление и уровень статистической значимости.

Результаты корреляционного анализа, выполненного с использованием критерия Пирсона при уровне статистической значимости $p < 0,05$, представлены в таблице 16.

Как видно из данных таблицы 16, из 70 проведенных корреляций статистически значимыми при $p < 0,05$ оказались 46. Ширина таза демонстрирует значимую связь со всеми 10 орхидометрическими параметрами. Длина тела коррелирует со значениями всех параметров, кроме ширины правого яичка. Длина туловища и длина корпуса связаны со всеми орхидометрическими показателями, за исключением ширины правого и левого яичка. Индекс андрогении коррелирует с толщиной правого яичка, длиной и толщиной левого яичка. Для трохантерного

индекса выявлена лишь одна значимая корреляция – с толщиной правого яичка. Все выявленные связи являются положительными.

Таблица 16 – Корреляционная матрица коэффициентов линейной корреляции значений орхидометрических и антропометрических параметров мужчин 19–88 лет (N=217) с уровнем статистической достоверности $p < 0,05$

Наименование параметра	Длина тела	Ширина плеч	Ширина таза	Длина туловища	Длина корпуса	Индекс андрогении	Трохантерный индекс
Длина правого яичка	0,29*	0,29*	0,24*	0,22*	0,29*	0,11	0,04
Ширина правого яичка	0,12	0,14*	0,28*	0,08	0,06	–0,07	–0,08
Толщина правого яичка	0,17*	0,21*	0,03	0,18*	0,24*	0,18*	0,14*
Масса правого яичка	0,25*	0,24*	0,20*	0,22*	0,24*	0,09	0,03
Объем правого яичка	0,24*	0,24*	0,20*	0,22*	0,24*	0,08	0,04
Длина левого яичка	0,28*	0,31*	0,20*	0,20*	0,26*	0,16*	0,01
Ширина левого яичка	0,14*	0,16*	0,24*	0,10	0,09	–0,02	–0,06
Толщина левого яичка	0,19*	0,19*	0,01	0,17*	0,24*	0,17*	0,11
Масса левого яичка	0,25*	0,24*	0,17*	0,21*	0,24*	0,10	0,03
Объем левого яичка	0,24*	0,22*	0,17*	0,21*	0,23*	0,09	0,03

Примечание: * – статистически значимые корреляции при $p < 0,05$.

На следующем этапе была оценена устойчивость полученных взаимосвязей при более строгом уровне значимости ($p < 0,01$). Результаты данного анализа по Пирсону представлены в таблице 17. Общее количество статистически значимых

корреляций уменьшилось с 46 до 37. Снизилось число значимых связей для таких параметров, как длина тела, ширина плеч и ширина таза. С индексом андрогении значимо коррелирует только толщина правого яичка. Не выявлено ни одной значимой корреляции значений орхидометрических параметров с трохантерным индексом. Кроме того, анализ при $p < 0,01$ показал, что ширина правого и левого яичка значимо связана только с шириной таза.

Таблица 17 – Корреляционная матрица коэффициентов линейной корреляции значений орхидометрических и антропометрических параметров мужчин 19–88 лет (N=217) с уровнем статистической достоверности $p < 0,01$

Наименование параметра	Длина тела	Ширина плеч	Ширина таза	Длина туловища	Длина корпуса	Индекс андрогении	Трохантерный индекс
Длина правого яичка	0,29*	0,29*	0,24*	0,22*	0,29*	0,11	0,04
Ширина правого яичка	0,12	0,14	0,28*	0,08	0,06	–0,07	–0,08
Толщина правого яичка	0,17	0,21*	0,03	0,18*	0,24*	0,18*	0,14
Масса правого яичка	0,25*	0,24*	0,20*	0,22*	0,24*	0,09	0,03
Объем правого яичка	0,24*	0,24*	0,20*	0,22*	0,24*	0,08	0,04
Длина левого яичка	0,28*	0,31*	0,20*	0,20*	0,26*	0,16	0,01
Ширина левого яичка	0,14	0,16	0,24*	0,10	0,09	–0,02	–0,06
Толщина левого яичка	0,19*	0,19*	0,01	0,17*	0,24*	0,17	0,11
Масса левого яичка	0,25*	0,24*	0,17	0,21*	0,24*	0,10	0,03
Объем левого яичка	0,24*	0,22*	0,17	0,21*	0,23*	0,09	0,03

Примечание: * – статистически значимые корреляции при $p < 0,01$.

На заключительном этапе анализа была оценена устойчивость выявленных взаимосвязей при уровне значимости $p < 0,001$. Результаты представлены в таблице 18. Общее количество статистически значимых корреляций сократилось с 37 до 23. Длина тела и ширина плеч демонстрируют одинаковое количество связей со значениями орхидометрических параметров (по 6) (рисунок 12). Полностью утратили значимость корреляции орхидометрических показателей с длиной туловища и индексом андрогении. Сохранилась корреляция ширины правого и левого яичка с шириной таза.

Таблица 18 – Корреляционная матрица коэффициентов линейной корреляции значений орхидометрических и антропометрических параметров мужчин 19–88 лет (N=217) с уровнем статистической достоверности $p < 0,001$

Наименование параметра	Длина тела	Ширина плеч	Ширина таза	Длина туловища	Длина корпуса	Индекс андрогении
Длина правого яичка	0,29*	0,29*	0,24*	0,22	0,29*	0,11
Ширина правого яичка	0,12	0,14	0,28*	0,08	0,06	-0,07
Толщина правого яичка	0,17	0,21	0,03	0,18	0,24*	0,18
Масса правого яичка	0,25*	0,24*	0,20	0,22	0,24*	0,09
Объем правого яичка	0,24*	0,24*	0,20	0,22	0,24*	0,08
Длина левого яичка	0,28*	0,31*	0,20	0,20	0,26*	0,16
Ширина левого яичка	0,14	0,16	0,24*	0,10	0,09	-0,02
Толщина левого яичка	0,19	0,19	0,01	0,17	0,24*	0,17
Масса левого яичка	0,25*	0,24*	0,17	0,21	0,24*	0,10
Объем левого яичка	0,24*	0,22*	0,17	0,21	0,23*	0,09

Примечание: * – статистически значимые корреляции при $p < 0,001$.

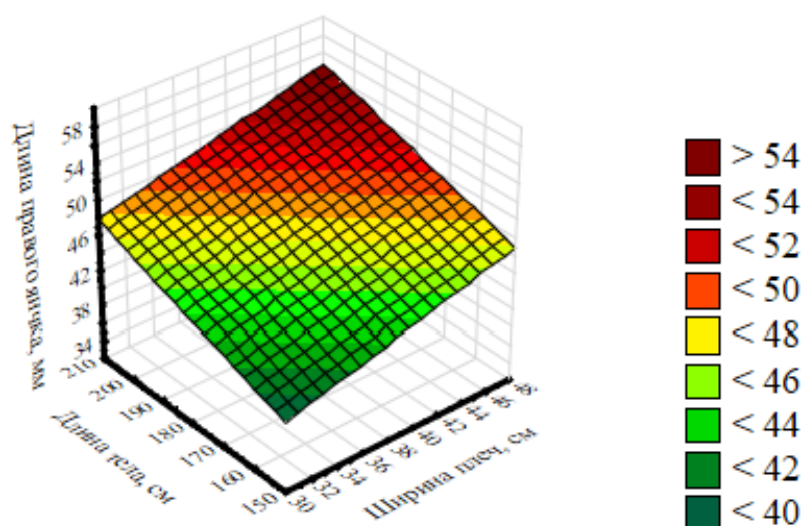


Рисунок 12 – Поверхностная диаграмма зависимости длины правого яичка (мм) от длины тела (см) и ширины плеч (см)

Таким образом, корреляционный анализ выявил ряд высокодостоверных зависимостей значений орхидометрических параметров от общих соматометрических показателей (как широтных, так и продольных). Это позволило нам предположить наличие взаимосвязи между значениями орхидометрических параметров мужчин и типами телосложения.

3.6 Значения орхидометрических параметров мужчин разных типов телосложения

Анализ взаимосвязи между изученными орхидометрическими показателями и типами телосложения (по классификациям В.Н. Шевкуненко-1, В.Н. Шевкуненко-2 и J. Tanner), выраженными в номинальной шкале, проводился в несколько этапов [12]. Учитывая данные литературы о влиянии возраста на размер яичка, на первом этапе анализа для достоверной оценки влияния типа телосложения была поставлена задача проверки сравниваемых групп на однородность их состава по типу телосложения и по возрасту. Вся выборка была разделена на две группы с учетом возрастного рубежа в 45 лет после которого, согласно литературным данным [86, 128, 144, 157, 208, 230], наблюдается снижение

сперматогенной функции. По данному принципу все наблюдения были разделены на две группы: первую группу составили случаи в возрасте от 19 по 44 года, вторую группу составили случаи в возрасте от 45 по 88 лет. Далее проведен анализ групп на однородность их состава по типу телосложения и по возрасту. Соматотипическая структура первой группы по схеме В.Н. Шевкуненко-1 представлена следующим образом: долихоморфный тип телосложения составили 26 случаев ($24 \pm 0,43\%$), мезоморфный – 54 случая ($50 \pm 0,5\%$), брахиморфный – 28 случаев ($26 \pm 0,44\%$) (рисунок 13).

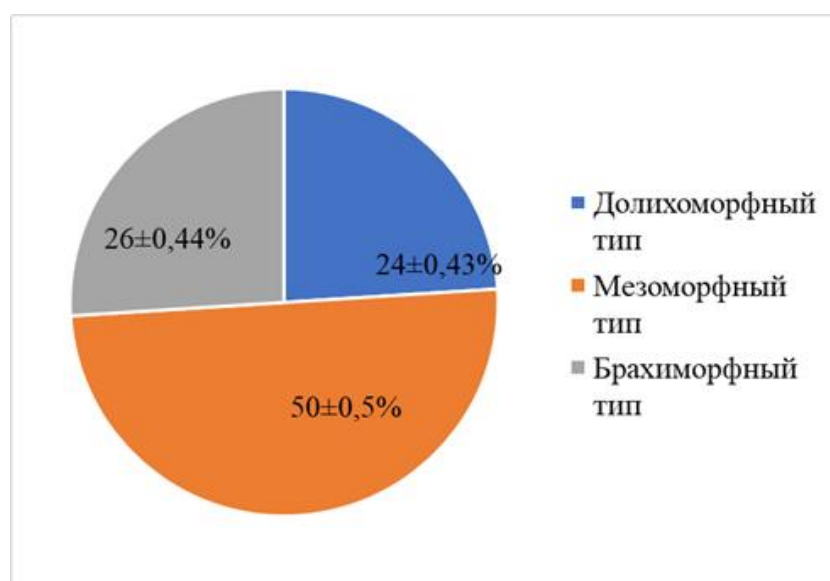


Рисунок 13 – Соматотипическая структура мужчин первой возрастной группы (19–44 лет) (N=108) по схеме В.Н. Шевкуненко-1

Соматотипическая структура второй группы по схеме В.Н. Шевкуненко-1 представлена следующим образом: долихоморфный тип телосложения составили 28 случаев ($25,7 \pm 0,44\%$), мезоморфный – 57 случаев ($52,3 \pm 0,5\%$), брахиморфный – 24 случая ($22 \pm 0,42\%$) (рисунок 14). Статистическая проверка однородности возрастного состава между группами для каждого типа телосложения не выявила достоверных различий ($p < 0,01$): для долихоморфного типа телосложения $p = 0,3860$; для мезоморфного $p = 0,3673$; для брахиморфного $p = 0,2451$. Это свидетельствует о том, что группы являются однородными по возрасту при использовании классификации В.Н. Шевкуненко-1.

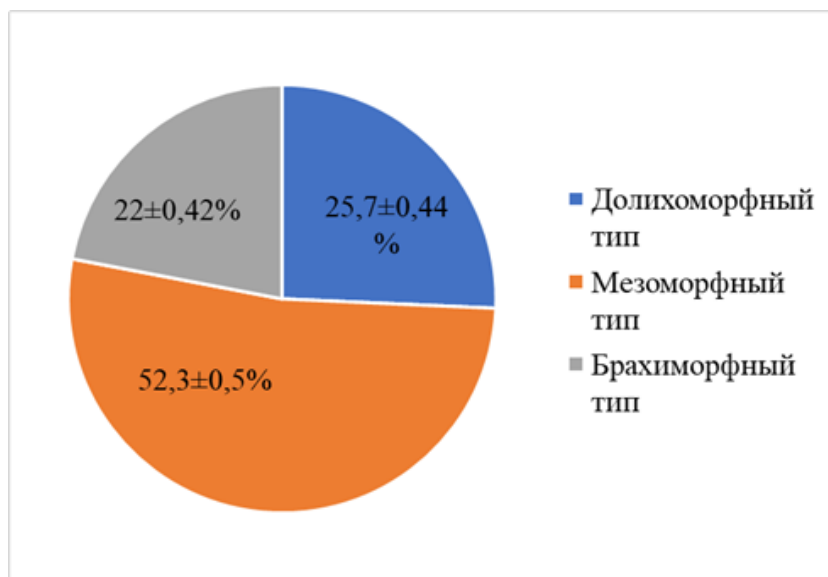


Рисунок 14 – Соматотипическая структура мужчин второй возрастной группы (45–88 лет) (N=109) по схеме В.Н. Шевкуненко-1

Соматотипическая структура первой группы по схеме В.Н. Шевкуненко-2 представлена следующим образом: брахиморфный тип телосложения составили 38 случаев ($35,2 \pm 0,48\%$), мезоморфный – 51 случай ($47,2 \pm 0,5\%$), долихоморфный – 19 случаев ($17,6 \pm 0,39\%$) (рисунок 15). Соматотипическая структура второй группы по схеме В.Н. Шевкуненко-2 представлена следующим образом: брахиморфный тип телосложения составили 19 случаев ($17,4 \pm 0,38\%$), мезоморфный – 56 случаев ($51,4 \pm 0,5\%$), долихоморфный – 34 случая ($31,2 \pm 0,46\%$) (рисунок 16). Проверка однородности возрастного состава групп выявила статистически значимые различия в распределении брахиморфного и долихоморфного типов телосложения (при $p < 0,01$): для брахиморфного типа телосложения $p = 0,0014$; для долихоморфного $p = 0,0099$. Для мезоморфного типа телосложения значимых различий не обнаружено ($p = 0,2680$). Полученные результаты свидетельствуют о неоднородности сравниваемых групп по возрасту при использовании классификации В.Н. Шевкуненко-2.

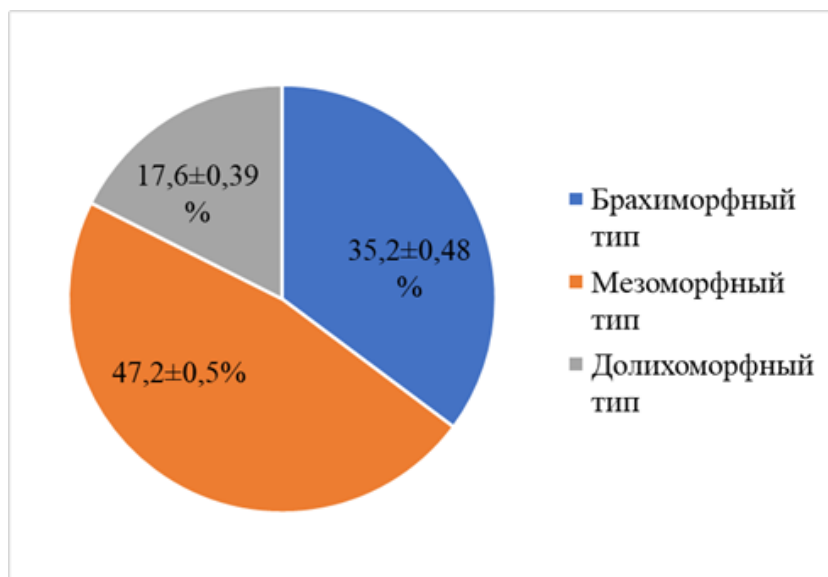


Рисунок 15 – Соматотипическая структура мужчин первой возрастной группы (19–44 лет) (N=108) по схеме В.Н. Шевкуненко-2

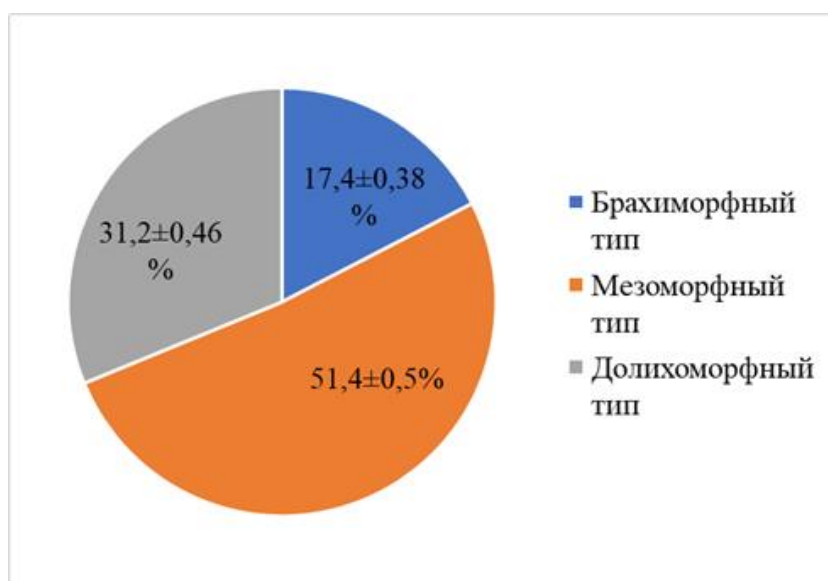


Рисунок 16 – Соматотипическая структура мужчин второй возрастной группы (45–88 лет) (N=109) по схеме В.Н. Шевкуненко-2

Соматотипическая структура первой группы по схеме J. Таннер представлена следующим образом: андроморфный тип телосложения составили 19 случаев ($17,59 \pm 0,39\%$), мезоморфный – 78 случаев ($72,22 \pm 0,45\%$), гинекоморфный – 11 случаев ($10,19 \pm 0,3\%$) (рисунок 17). Соматотипическая структура второй группы по схеме J. Таннер представлена следующим образом: андроморфный тип

телосложения составили 15 случаев ($13,76 \pm 0,35\%$), мезоморфный – 78 случаев ($71,56 \pm 0,45\%$), гинекоморфный – 16 случаев ($14,68 \pm 0,36\%$) (рисунок 18). Статистическая проверка однородности возрастного состава групп не выявила достоверных различий между исследуемыми группами (при $p < 0,01$): для андроморфного типа телосложения $p = 0,2188$; для мезоморфного $p = 0,4569$; для гинекоморфного $p = 0,1582$. Это свидетельствует о том, что группы являются однородными по возрасту при классификации по схеме J. Tanner.

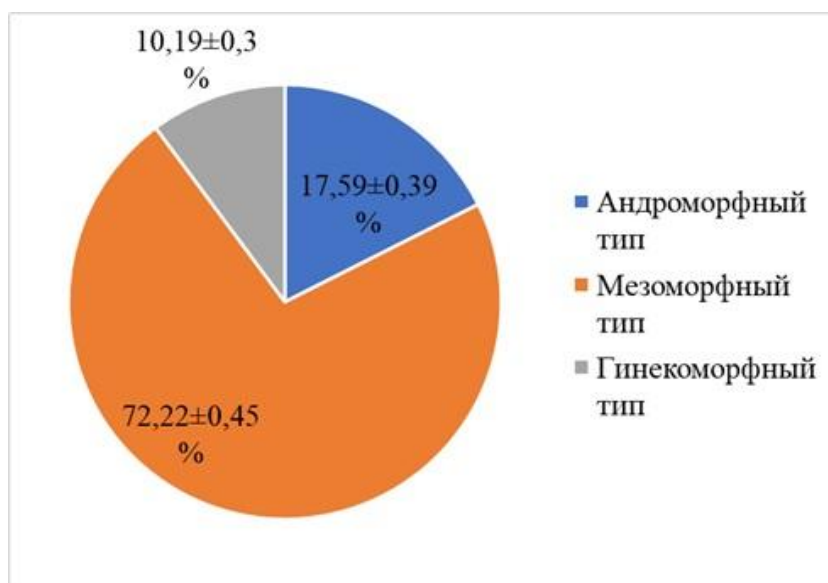


Рисунок 17 – Соматотипическая структура мужчин первой возрастной группы (19–44 лет) (N=108) по схеме J. Tanner

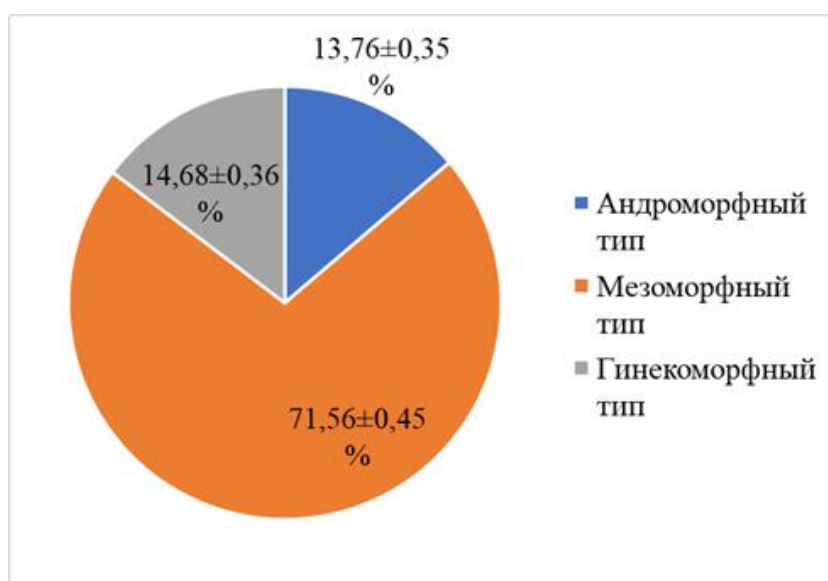


Рисунок 18 – Соматотипическая структура мужчин второй возрастной группы (45–88 лет) (N=109) по схеме J. Tanner

Для однородных по возрастному составу групп (классификации В.Н. Шевкуненко-1 и J. Tanner) были рассчитаны средние значения. При классификации по В.Н. Шевкуненко-1 у мужчин долихоморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $46,20 \pm 4,97$ мм ($m=0,68$), левого – $44,81 \pm 4,74$ мм ($m=0,64$). Средняя ширина правого яичка составила $33,15 \pm 4,11$ мм ($m=0,56$), левого – $32,15 \pm 4,02$ мм ($m=0,55$). Средняя толщина правого яичка составила $17,13 \pm 3,11$ мм ($m=0,42$), левого – $16,85 \pm 3,09$ мм ($m=0,42$). Средняя масса правого яичка составила $17,87 \pm 6,30$ г ($m=0,86$), левого – $16,71 \pm 5,80$ г ($m=0,79$). Средний объем правого яичка составил $17,26 \pm 6,30$ мл ($m=0,86$), левого – $16,07 \pm 5,75$ мл ($m=0,78$). У мужчин мезоморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $47,05 \pm 4,93$ мм ($m=0,46$), левого – $45,71 \pm 4,82$ мм ($m=0,45$). Средняя ширина правого яичка составила $32,84 \pm 3,66$ мм ($m=0,34$), левого – $32,19 \pm 3,75$ мм ($m=0,35$). Средняя толщина правого яичка составила $18,16 \pm 2,61$ мм ($m=0,25$), левого – $17,66 \pm 2,66$ мм ($m=0,25$). Средняя масса правого яичка составила $18,65 \pm 5,64$ г ($m=0,53$), левого – $17,52 \pm 5,59$ г ($m=0,53$). Средний объем правого яичка составил $18,03 \pm 5,55$ мл ($m=0,53$), левого – $16,90 \pm 5,52$ мл ($m=0,52$). У мужчин брахиморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $47,40 \pm 4,71$ мм ($m=0,67$), левого – $46,20 \pm 4,44$ мм ($m=0,62$). Средняя ширина правого яичка составила $33,46 \pm 3,36$ мм ($m=0,48$), левого – $32,44 \pm 3,21$ мм ($m=0,45$). Средняя толщина правого яичка составила $17,61 \pm 2,59$ мм ($m=0,37$), левого – $17,20 \pm 2,92$ мм ($m=0,41$). Средняя масса правого яичка составила $18,59 \pm 5,18$ г ($m=0,73$), левого – $17,34 \pm 4,53$ г ($m=0,64$). Средний объем правого яичка составил $17,94 \pm 4,91$ мл ($m=0,69$), левого – $16,62 \pm 4,30$ мл ($m=0,61$) (таблица 19).

Затем был проведен однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони. Выявлены статистически значимые различия по толщине правого яичка между мужчинами мезоморфного и долихоморфного типов телосложения при классификации по В.Н. Шевкуненко-1 ($p < 0,05$) (рисунок 19). Статистически значимой связи длины, ширины правого и левого яичек, толщины левого яичка, массы и объема правого и левого яичек с типами телосложения по

В.Н. Шевкуненко-1 выявлено не было. Таким образом, при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1 толщина правого яичка у мужчин мезоморфного типа телосложения статистически значимо больше, чем у мужчин долихоморфного типа телосложения.

Таблица 19 – Средние значения орхидометрических мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

Наименование параметра	Яичко	Типы телосложения по В.Н. Шевкуненко-1		
		Долихоморфный	Мезоморфный	Брахиморфный
		$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$
Длина яичка, мм	Правое	46,20±4,97	47,05±4,93	47,40±4,71
	Левое	44,81±4,74	45,71±4,82	46,20±4,44
Ширина яичка, мм	Правое	33,15±4,11	32,84±3,66	33,46±3,36
	Левое	32,15±4,02	32,19±3,75	32,44±3,21
Толщина яичка, мм	Правое	17,13±3,11	18,16±2,61	17,61±2,59
	Левое	16,85±3,09	17,66±2,66	17,20±2,92
Масса яичка, г	Правое	17,87±6,30	18,65±5,64	18,59±5,18
	Левое	16,71±5,80	17,52±5,59	17,34±4,53
Объем яичка, мл	Правое	17,26±6,30	18,03±5,55	17,94±4,91
	Левое	16,07±5,75	16,90±5,52	16,62±4,30

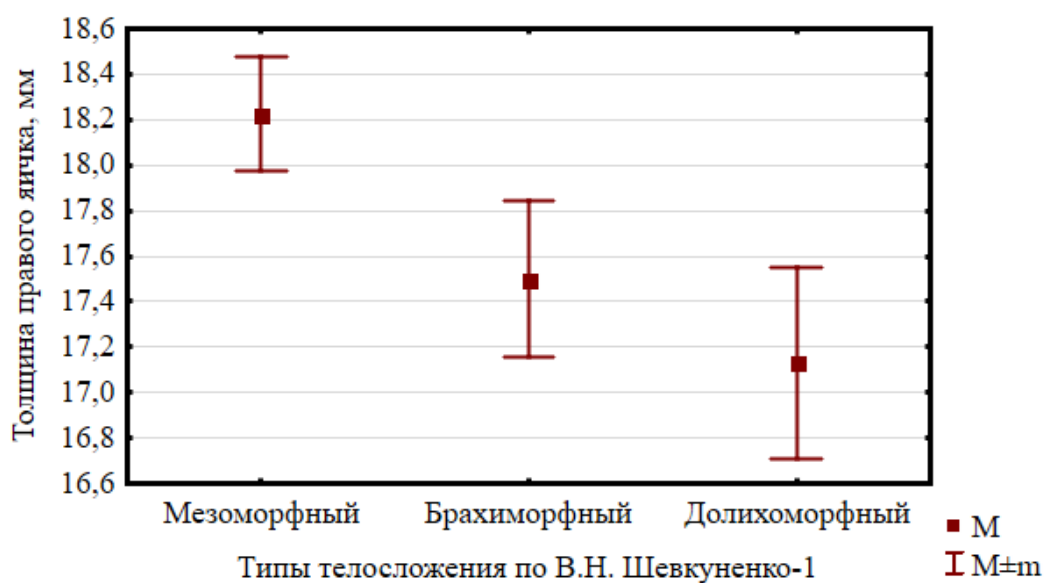


Рисунок 19 – Диаграмма толщины правого яичка (мм) мужчин 19–88 лет различных типов телосложения по В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

Далее был проведен анализ абсолютных показателей разного вида билатеральных различий при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1, которые представлены в таблице 20. Для оценки этих различий в случае право- или левостороннего их преобладания, а также в случае разницы длины правого и левого яичек в абсолютных величинах (без учета стороны преобладания) был применен непараметрический тест Краскела – Уоллиса ввиду отсутствия нормального распределения данных (критерий Шапиро – Уилка, $p < 0,05$ для всех групп). Для попарного сравнения групп после теста Краскела – Уоллиса использовался критерий множественных сравнений средних рангов (критерий Данна) с поправкой Бонферрони.

Таблица 20 – Значения разного вида билатеральных различий величин орхидометрических параметров мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

Наименование параметра	Вид различий ¹	Типы телосложения по В.Н. Шевкуненко-1		
		Долихоморфный	Мезоморфный	Брахиморфный
		M±m	M±m	M±m
Длина яичка, мм	R-L→[R>L]	2,12±0,22*	2,58±0,21*	3,74±0,80*
	L-R→[L>R]	1,50±0,19	1,58±0,19	1,56±0,18
	Abs [R-L]	1,82±0,19	1,98±0,16	2,43±0,44
Ширина яичка, мм	R-L→[R>L]	2,17±0,24	1,79±0,16	2,63±0,51
	L-R→[L>R]	1,50±0,34	1,50±0,11	1,50±0,23
	Abs [R-L]	1,36±0,20	1,29±0,11	1,89±0,33
Толщина яичка, мм	R-L→[R>L]	1,53±0,19	1,58±0,13	1,79±0,49
	L-R→[L>R]	1,50±0,26	1,25±0,10	1,23±0,16
	Abs [R-L]	0,98±0,15	1,06±0,10	1,01±0,23
Масса яичка, г	R-L→[R>L]	1,73±0,20	2,05±0,20	2,75±0,70
	L-R→[L>R]	1,06±0,26	0,92±0,14	1,19±0,23
	Abs [R-L]	1,57±0,17	1,71±0,15	2,18±0,47
Объем яичка, мл	R-L→[R>L]	2,07±0,22	2,33±0,20	3,43±0,80
	L-R→[L>R]	1,67±0,33	1,55±0,17	1,44±0,29
	Abs [R-L]	1,56±0,19	1,67±0,15	1,96±0,45

Примечание: 1 – см. примечание к таблице 6; * – статистически значимые различия между группами по критерию Краскела – Уоллиса ($p < 0,05$).

В случае правостороннего преобладания длины яичка результаты теста Краскела – Уоллиса показали наличие статистически значимых различий между всеми тремя группами ($p=0,034$). Попарные сравнения показали, что статистически значимые различия наблюдаются между группами мужчин брахиморфного и мезоморфного типов телосложения ($p=0,039$), а также между группами мужчин брахиморфного и долихоморфного типов телосложения ($p=0,009$). Различия между парой групп мужчин долихоморфного и мезоморфного типов телосложения не достигли статистической значимости. В случае левостороннего преобладания длины яичка результаты теста Краскела – Уоллиса не показали наличие статистически значимых различий между тремя группами. В случае билатеральной разницы длины яичек без учета ее направленности и ее модуля статистически значимых различий между тремя группами при тесте Краскела – Уоллиса выявлено не было.

По значениям параметра ширины яичка в случае как правостороннего, так и левостороннего преобладания, а также в случае билатеральной разницы ширины яичек без учета ее направленности и ее модуля, результаты теста Краскела – Уоллиса не показали статистически значимых различий между группами. Аналогичные результаты были получены и по значениям параметра толщины, массы, объема яичка.

Таким образом, анализ абсолютных показателей разного вида билатеральных различий в значениях орхидометрических параметров при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1 показал, что в случае правостороннего преобладания длины яичка выявлены билатеральные статистически значимые различия абсолютных показателей между группами мужчин брахиморфного и мезоморфного типов телосложения (при $p<0,05$), а также между группами мужчин брахиморфного и долихоморфного типов телосложения (при $p<0,01$). Каких-либо других статистических значимых различий в абсолютных показателях при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1 выявлено не было.

Далее был проведен анализ относительных показателей разного вида билатеральных различий при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1 (рисунки 20–24).

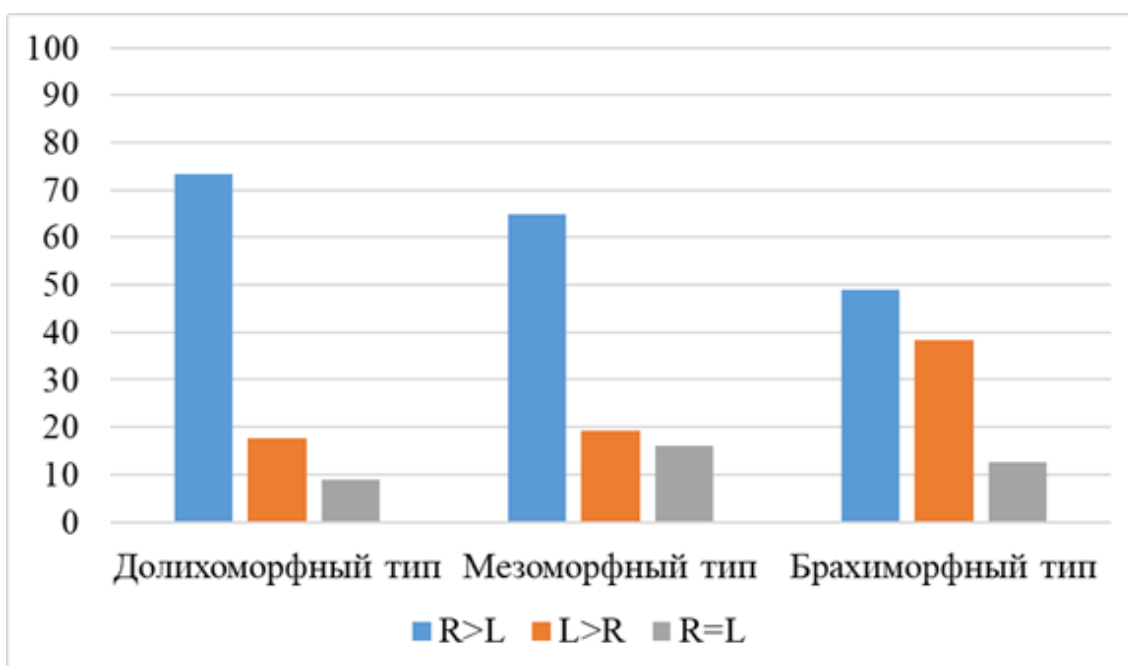


Рисунок 20 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по длине яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

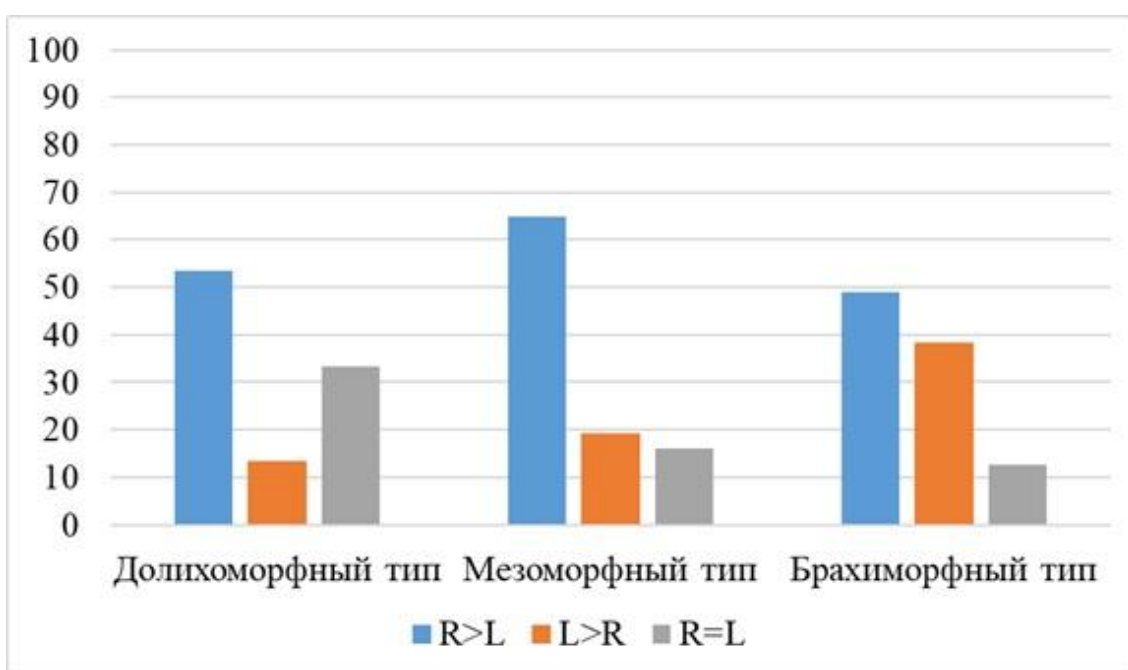


Рисунок 21 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по ширине яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

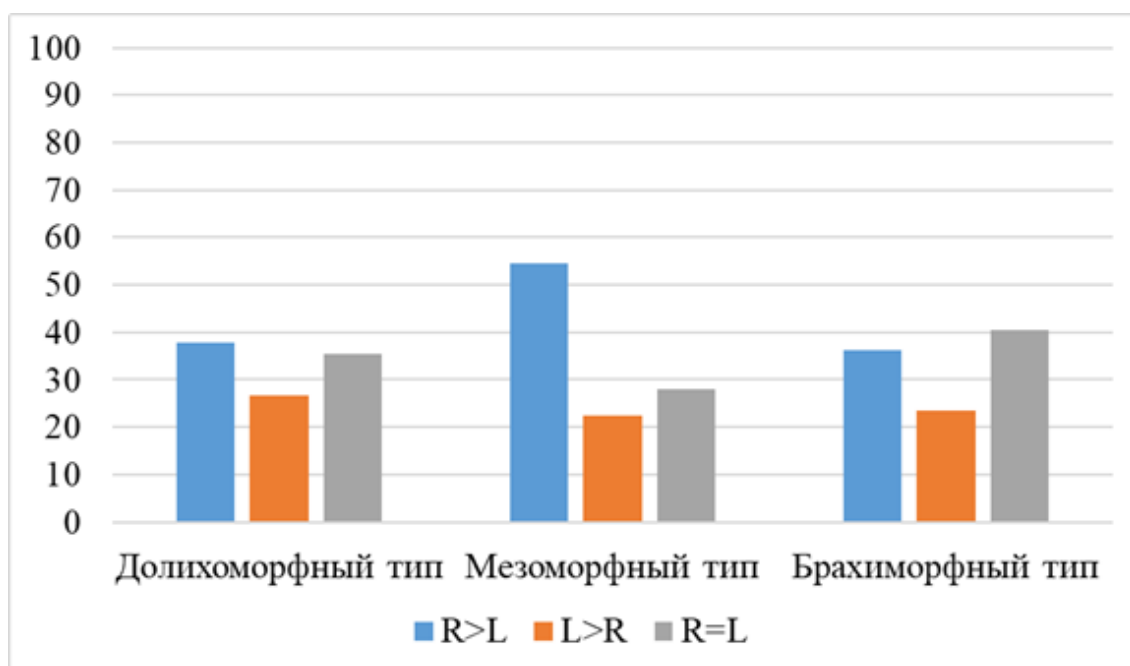


Рисунок 22 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по толщине яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

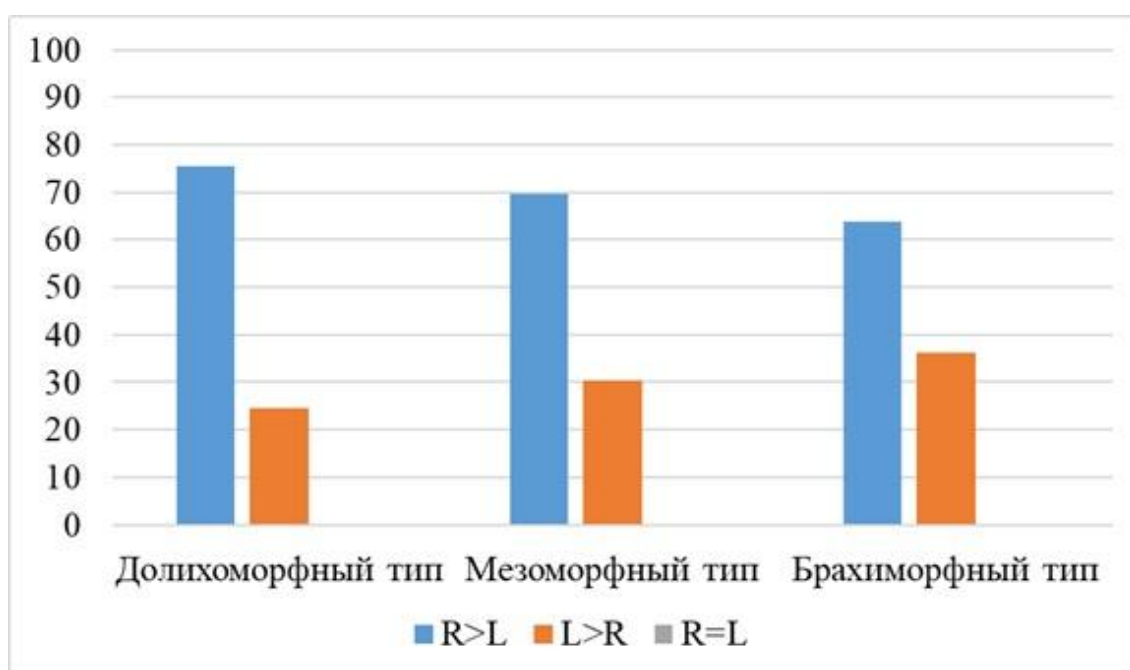


Рисунок 23 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по массе яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

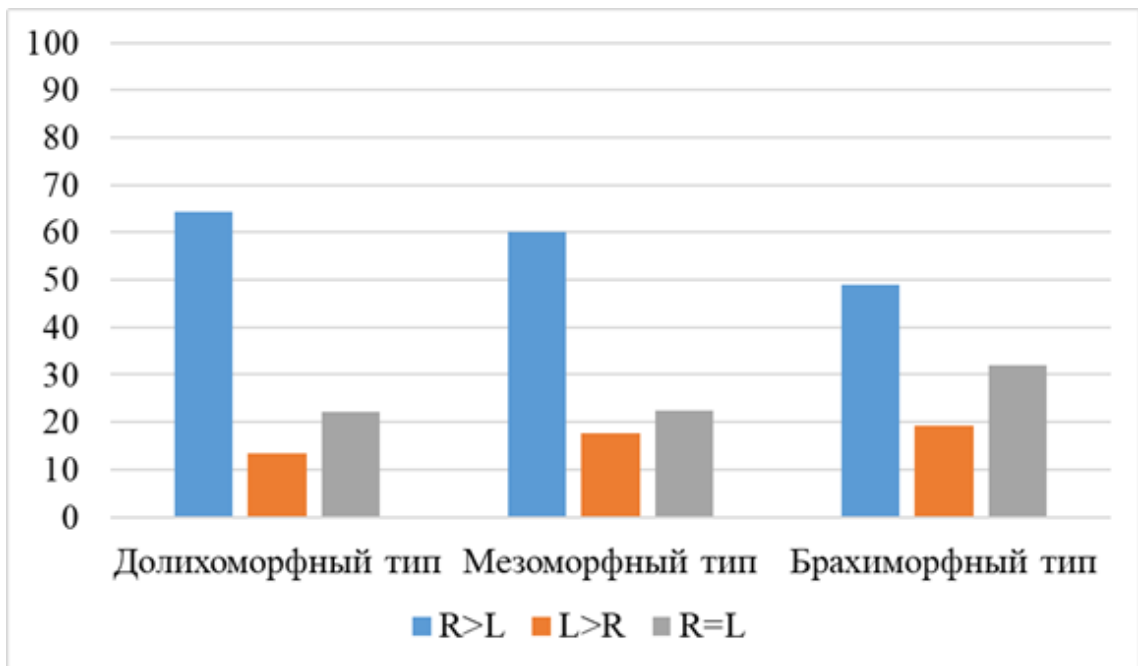


Рисунок 24 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по объему яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 (N=217)

Анализ показал следующее. По значениям параметров длины, массы и объема яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин долихоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин брахиморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин мезоморфного типа телосложения. По значениям параметра ширины яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин брахиморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин долихоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин мезоморфного типа телосложения. По значениям параметра толщины яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин мезоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин брахиморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин долихоморфного типа телосложения.

При соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1, по значениям параметра длины яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого

яичек наблюдается у мужчин мезоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин долихоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин брахиморфного типа телосложения. По значениям параметра ширины яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек наблюдается у мужчин долихоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин брахиморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин мезоморфного типа телосложения. По значениям параметра толщины яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек наблюдается у мужчин брахиморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин мезоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин долихоморфного типа телосложения. По значениям параметра объема яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек наблюдается у мужчин брахиморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин долихоморфного и мезоморфного типов телосложения. Таким образом, анализ относительных показателей структуры билатеральной асимметрии мужчин с различными типами телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 показал, что наибольшие различия характерны для мужчин брахиморфного типа телосложения, наименьшие – для мужчин долихоморфного типа телосложения.

Представленные данные относительных показателей структуры билатеральных различий демонстрируют зависимость между принадлежностью мужчин к определенному типу телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-1 и направлением билатеральной асимметрии значений орхидометрических параметров. По длине, массе и объему яичка у мужчин долихоморфного типа телосложения наблюдается выраженная правосторонняя асимметрия. У мужчин брахиморфного типа телосложения частота правосторонней асимметрии по значениям данных параметров статистически значимо ниже, чем у мужчин долихоморфного типа телосложения, при этом возрастает доля левосторонней асимметрии и симметричных вариантов. Мужчины мезоморфного типа телосложения занимают промежуточное положение, характеризующееся большей долей симметричных случаев по сравнению с мужчинами долихоморфного типа

телосложения. По ширине яичка выявлена противоположная динамика: правостороннее преобладание статистически значимо чаще встречается у мужчин брахиморфного типа телосложения. Значение параметра толщины яичка оказалось наиболее вариабельным: у мужчин мезоморфного типа телосложения преобладает правосторонняя асимметрия, у мужчин брахиморфного типа телосложения наибольшую долю составляют симметричные случаи, а у мужчин долихоморфного типа телосложения распределение трех видов асимметрии приближается к равномерному, без выраженного доминирования какого-либо варианта.

Рассчитаны средние значения для мужчин различных типов телосложений при соматотипировании по J. Tanner. При классификации по J. Tanner у мужчин гинекоморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $44,41 \pm 4,80$ мм ($m=0,92$), левого – $42,74 \pm 4,70$ мм ($m=0,91$). Средняя ширина правого яичка составила $32,19 \pm 4,46$ мм ($m=0,86$), левого – $30,93 \pm 4,53$ мм ($m=0,87$). Средняя толщина правого яичка составила $16,44 \pm 2,94$ мм ($m=0,57$), левого – $16,30 \pm 3,24$ мм ($m=0,62$). Средняя масса правого яичка составила $16,07 \pm 5,76$ г ($m=1,11$), левого – $15,03 \pm 5,54$ г ($m=1,07$). Средний объем правого яичка составил $15,59 \pm 5,77$ мл ($m=1,11$), левого – $14,44 \pm 5,42$ мл ($m=1,04$). У мужчин мезоморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $46,94 \pm 4,69$ мм ($m=0,38$), левого – $45,67 \pm 4,51$ мм ($m=0,36$). Средняя ширина правого яичка составила $33,04 \pm 3,64$ мм ($m=0,29$), левого – $32,32 \pm 3,56$ мм ($m=0,28$). Средняя толщина правого яичка составила $17,86 \pm 2,67$ мм ($m=0,21$), левого – $17,38 \pm 2,73$ мм ($m=0,22$). Средняя масса правого яичка составила $18,40 \pm 5,54$ г ($m=0,44$), левого – $17,23 \pm 5,30$ г ($m=0,42$). Средний объем правого яичка составил $17,77 \pm 5,48$ мл ($m=0,44$), левого – $16,62 \pm 5,24$ мл ($m=0,42$). У мужчин андроморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $48,85 \pm 5,05$ мм ($m=0,87$), левого – $47,53 \pm 4,72$ мм ($m=0,81$). Средняя ширина правого яичка составила $33,82 \pm 3,26$ мм ($m=0,56$), левого – $32,88 \pm 3,41$ мм ($m=0,58$). Средняя толщина правого яичка составила $18,44 \pm 2,77$ мм ($m=0,47$), левого – $18,06 \pm 2,86$ мм ($m=0,49$). Средняя масса правого яичка составила $20,53 \pm 5,71$ г ($m=0,98$), левого – $19,26 \pm 5,23$ г ($m=0,90$). Средний

объем правого яичка составил $19,79 \pm 5,45$ мл ($m=0,93$), левого – $18,41 \pm 5,03$ мл ($m=0,86$) (Таблица 21).

Таблица 21 – Средние значения орхидометрических показателей мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

Наименование параметра	Яичко	Типы телосложения по J. Tanner		
		Гинекоморфный	Мезоморфный	Андроморфный
		$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$
Длина яичка, мм	Правое	$44,41 \pm 4,80$	$46,94 \pm 4,69$	$48,85 \pm 5,05$
	Левое	$42,74 \pm 4,70$	$45,67 \pm 4,51$	$47,53 \pm 4,72$
Ширина яичка, мм	Правое	$32,19 \pm 4,46$	$33,04 \pm 3,64$	$33,82 \pm 3,26$
	Левое	$30,93 \pm 4,53$	$32,32 \pm 3,56$	$32,88 \pm 3,41$
Толщина яичка, мм	Правое	$16,44 \pm 2,94$	$17,86 \pm 2,67$	$18,44 \pm 2,77$
	Левое	$16,30 \pm 3,24$	$17,38 \pm 2,73$	$18,06 \pm 2,86$
Масса яичка, г	Правое	$16,07 \pm 5,76$	$18,40 \pm 5,54$	$20,53 \pm 5,71$
	Левое	$15,03 \pm 5,54$	$17,23 \pm 5,30$	$19,26 \pm 5,23$
Объем яичка, мл	Правое	$15,59 \pm 5,77$	$17,77 \pm 5,48$	$19,79 \pm 5,45$
	Левое	$14,44 \pm 5,42$	$16,62 \pm 5,24$	$18,41 \pm 5,03$

Однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони выявил статистически значимые межгрупповые различия (при $p < 0,05$) при соматотипировании по J. Tanner для значений следующих параметров: длина правого яичка (рисунок 25), толщина правого яичка, длина левого яичка (рисунок 26) – для групп мужчин андроморфного, гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения; масса и объем правого и левого яичек – для групп мужчин андроморфного и гинекоморфного типов телосложения. Остальные значения орхидометрических показателей не имели статистически значимой зависимости распределений от типов телосложения по J. Tanner.

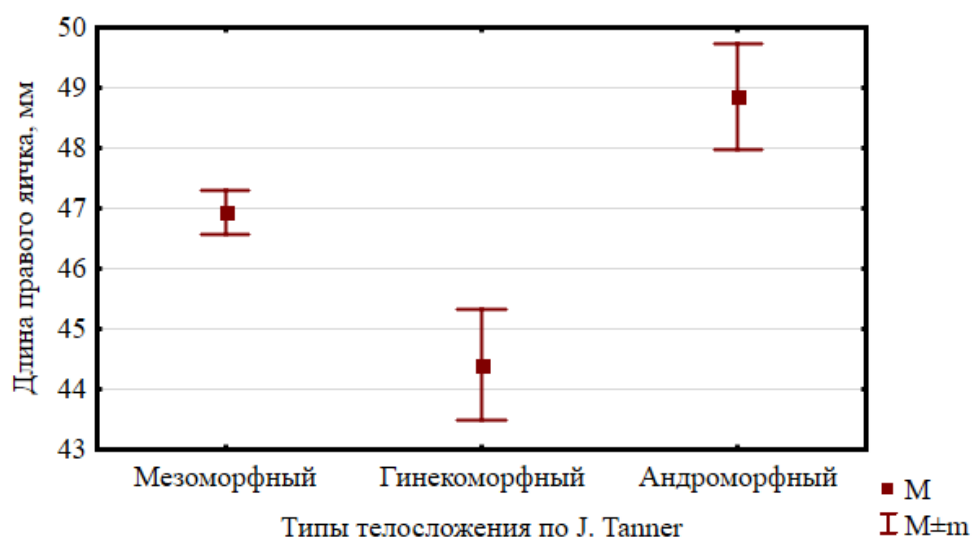


Рисунок 25 – Диаграмма длины правого яичка (мм) мужчин 19–88 лет различных типов телосложения по J. Tanner (N=217)

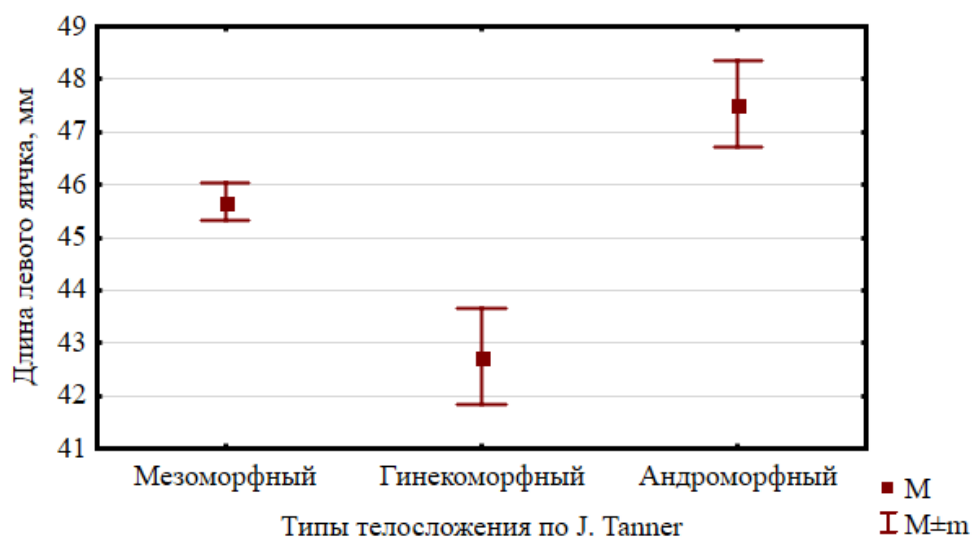


Рисунок 26 – Диаграмма длины левого яичка (мм) мужчин 19–88 лет различных типов телосложения по J. Tanner (N=217)

Таким образом, при соматотипировании по J. Tanner длина и толщина правого яичка, а также длина левого яичка у мужчин андроморфного типа телосложения статистически достоверно превышают значения аналогичных показателей у мужчин мезоморфного и гинекоморфного типов телосложения ($p < 0,05$). При этом значения указанных параметров у мужчин мезоморфного типа телосложения, в свою очередь, превышают таковые у мужчин гинекоморфного типа ($p < 0,05$). Масса правого яичка, объем правого яичка, масса левого яичка,

объем левого яичка у мужчин андроморфного типа телосложения статистически достоверно превышают значения аналогичных параметров мужчин гинекоморфного типа телосложения ($p<0,05$).

Далее был проведен анализ абсолютных показателей разного вида билатеральных различий при соматотипировании по J. Tanner, которые представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Значения разного вида билатеральных различий величин орхидометрических параметров мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

Наименование параметра	Вид асимметрии ¹	Типы телосложения по J. Tanner		
		Гинекоморфный	Мезоморфный	Андроморфный
		M±m	M±m	M±m
Длина яичка, мм	R-L→[R>L]	2,38±0,34*	2,61±0,25*	3,20±0,32*
	L-R→[L>R]	1,67±0,33	1,50±0,14	1,73±0,27
	Abs [R-L]	2,04±0,30*	1,96±0,18*	2,44±0,27*
Ширина яичка, мм	R-L→[R>L]	2,47±0,52	1,93±0,18	2,33±0,35
	L-R→[L>R]	1,00±0,00	1,56±0,11	1,43±0,30
	Abs [R-L]	1,48±0,36	1,40±0,12	1,53±0,26
Толщина яичка, мм	R-L→[R>L]	1,55±0,21	1,67±0,16	1,40±0,21
	L-R→[L>R]	1,63±0,38	1,23±0,08	1,33±0,21
	Abs [R-L]	1,11±0,19	1,06±0,10	0,85±0,15
Масса яичка, г	R-L→[R>L]	1,84±0,26	2,05±0,24	2,69±0,41
	L-R→[L>R]	0,84±0,32	1,04±0,14	1,03±0,23
	Abs [R-L]	1,54±0,22	1,76±0,18	2,06±0,30
Объем яичка, мл	R-L→[R>L]	2,12±0,30*	2,41±0,26*	3,11±0,32*
	L-R→[L>R]	1,67±0,33	1,59±0,16	1,29±0,29
	Abs [R-L]	1,52±0,26	1,69±0,17	1,91±0,29

Примечание: ¹ – см. примечание к таблице 6; * – статистически значимые различия между группами по критерию Краскела – Уоллиса ($p<0,05$).

В случае правостороннего преобладания длины яичка результаты теста Краскела – Уоллиса показали наличие статистически значимых различий между всеми тремя группами ($p=0,035$). Попарные сравнения показали, что статистически

значимые различия наблюдаются между группами мужчин андроморфного и мезоморфного типов телосложения ($p=0,011$). Различия между парой групп мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения, а также между группами мужчин гинекоморфного и андроморфного типов телосложения не достигли статистической значимости. В случае левостороннего преобладания длины яичка результаты теста Краскела – Уоллиса не показали наличие статистически значимых различий между тремя группами. В случае билатеральной разницы длины яичек без учета ее направленности и ее модуля выявлены статистически значимые различия между всеми тремя группами при тесте Краскела – Уоллиса ($p=0,049$). Попарные сравнения показали, что статистически значимые различия наблюдаются между группами мужчин андроморфного и мезоморфного типов телосложения ($p=0,016$). Различия между парой групп мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения, а также между группами мужчин гинекоморфного и андроморфного типов телосложения не достигли статистической значимости.

По значениям параметра ширины яичка в случае как правостороннего, так и левостороннего преобладания, а также в случае билатеральной разницы ширины яичек без учета ее направленности и ее модуля, результаты теста Краскела – Уоллиса не показали статистически значимых различий между группами. Аналогичные результаты были получены и по значениям параметра толщины и массы яичка.

В случае правостороннего преобладания объема яичка результаты теста Краскела – Уоллиса показали наличие статистически значимых различий между тремя группами ($p=0,014$). Попарные сравнения показали, что статистически значимые различия наблюдаются между группами мужчин андроморфного и мезоморфного типов телосложения ($p=0,004$), а также между группами мужчин гинекоморфного и андроморфного типов телосложения ($p=0,026$). Различия между парой групп мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения не достигли статистической значимости. По значениям параметра объема яичка в случае как левостороннего преобладания, а также в случае билатеральной разницы объема яичек без учета ее направленности и ее модуля результаты теста Краскела – Уоллиса не показали статистически значимых различий между группами.

Таким образом, анализ абсолютных показателей структуры билатеральных различий орхидометрических параметров мужчин в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner показал, что в случае правостороннего преобладания длины яичка выявлены билатеральные статистически значимые различия абсолютных показателей между группами мужчин андроморфного и мезоморфного типов телосложения (при $p < 0,05$); в случае разницы длины правого и левого яичек в абсолютных величинах – между группами мужчин андроморфного и мезоморфного типов телосложения (при $p < 0,05$); в случае правостороннего преобладания объема яичка – между группами мужчин андроморфного и мезоморфного типов телосложения (при $p < 0,01$), а также между группами мужчин гинекоморфного и андроморфного типов телосложения (при $p < 0,05$). Каких-либо других статистических значимых различий в абсолютных показателях при соматотипировании по J. Tanner выявлено не было.

Далее был проведен анализ относительных показателей разного вида билатеральных различий при соматотипировании по J. Tanner (рисунки 27–31).

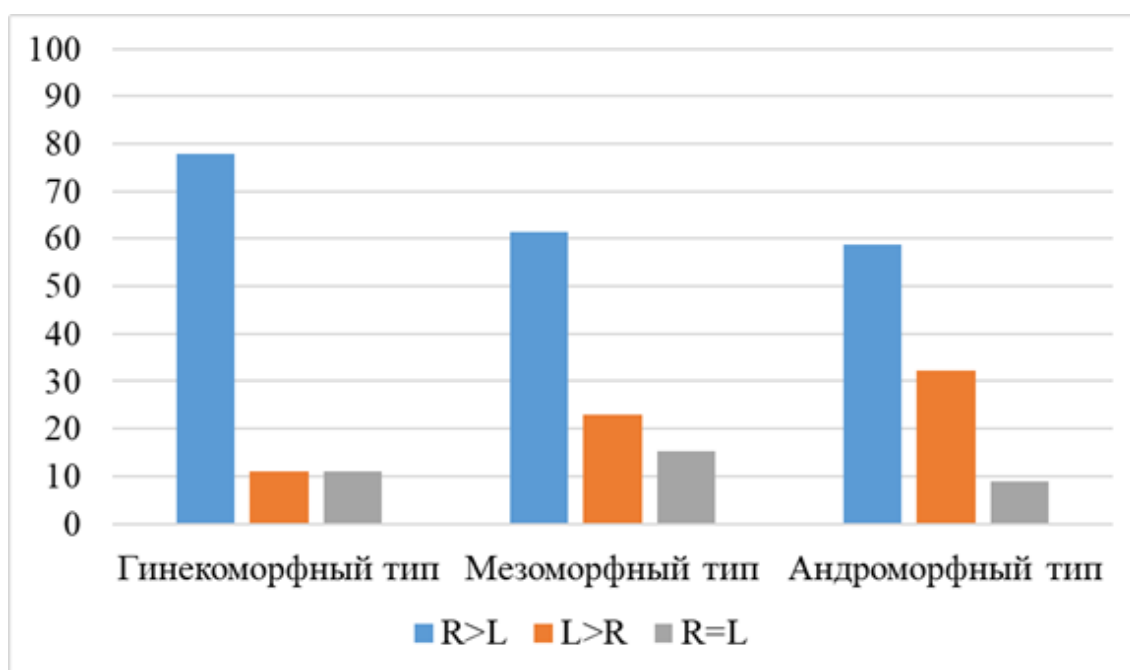


Рисунок 27 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по длине яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

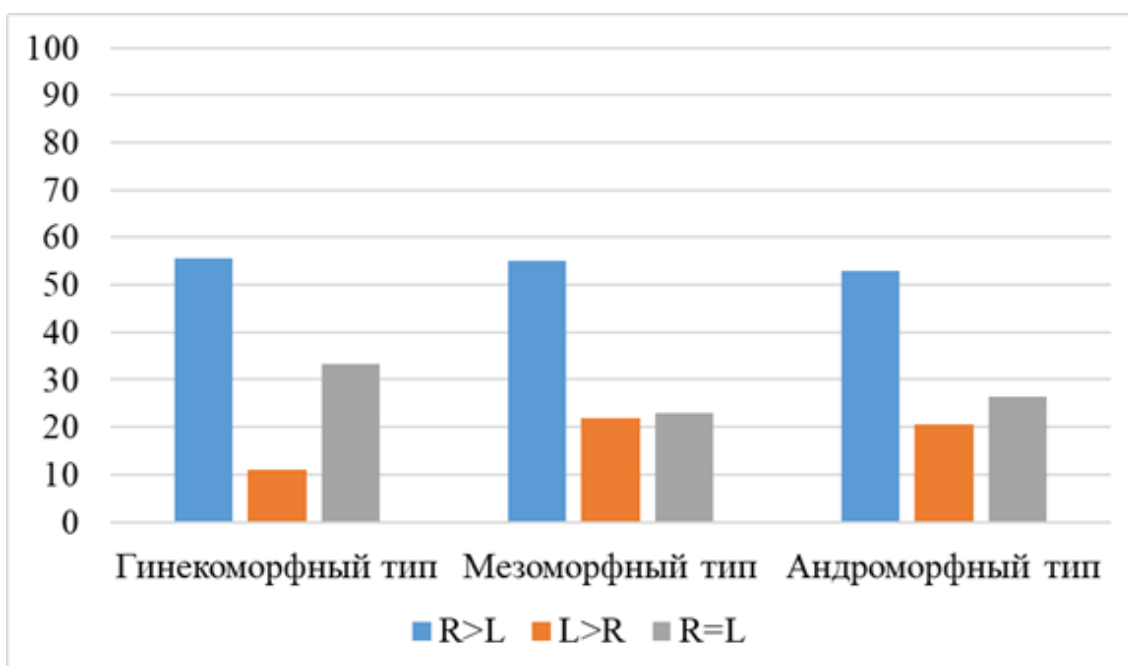


Рисунок 28 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по ширине яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

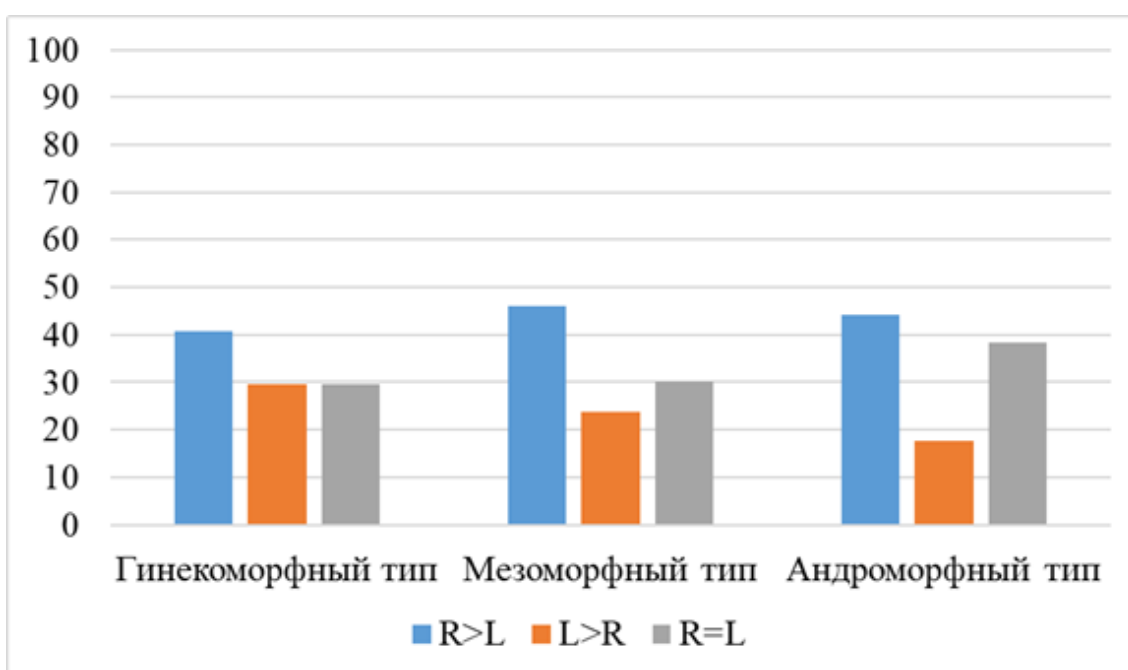


Рисунок 29 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по толщине яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

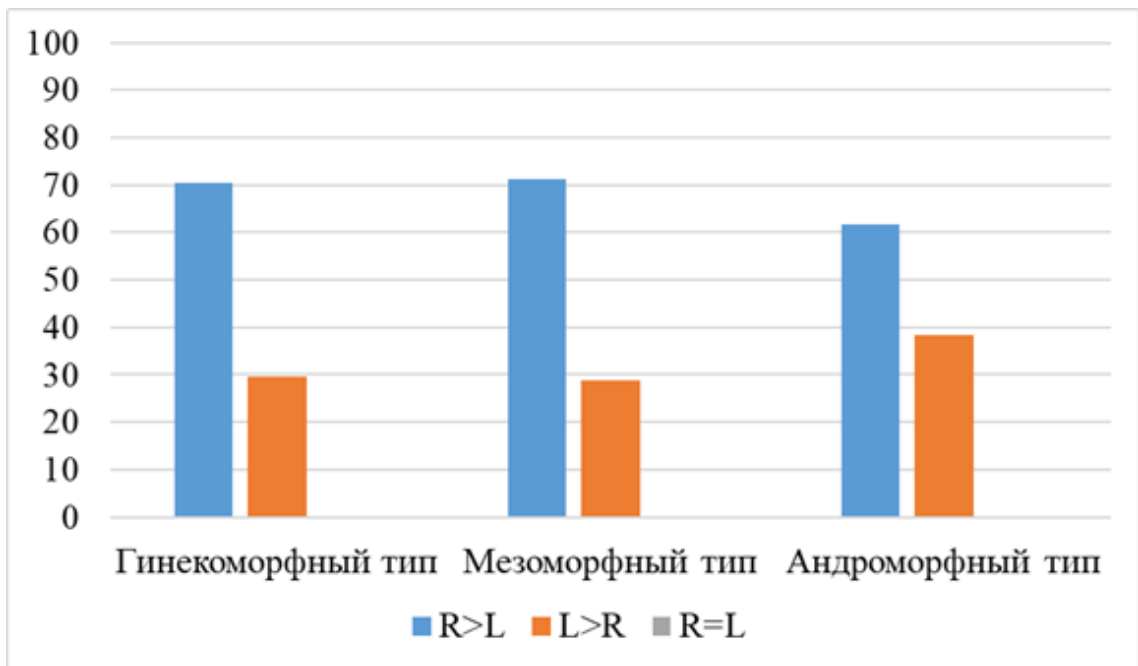


Рисунок 30 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по массе яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

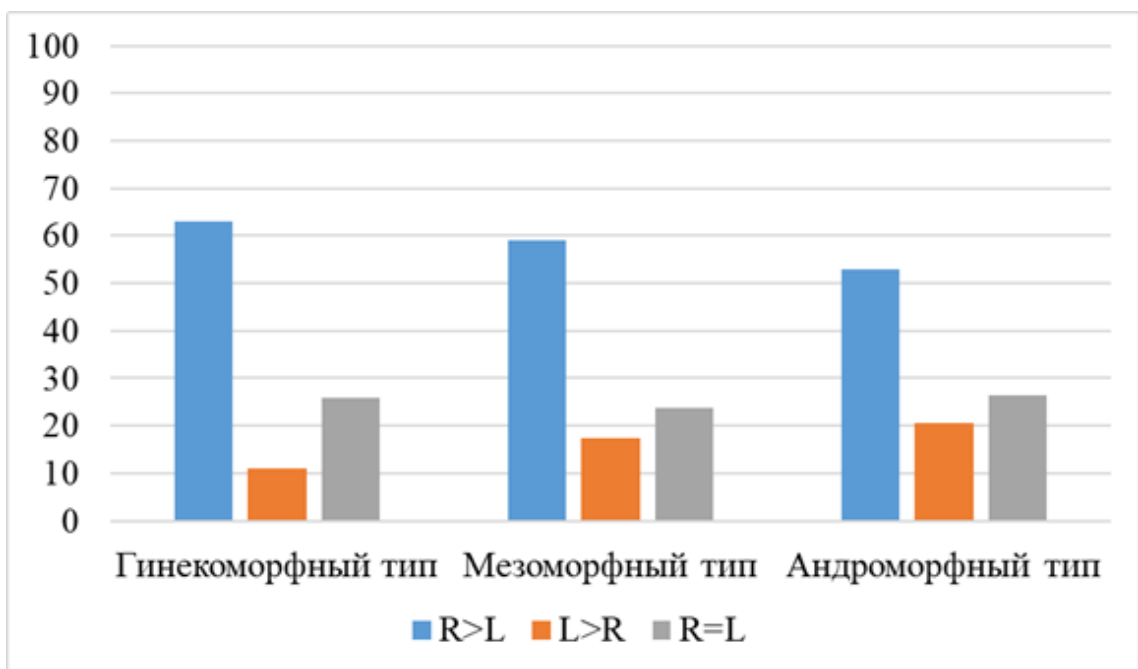


Рисунок 31 – Диаграмма структуры (в %) видов билатеральных различий по объему яичек мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме J. Tanner (N=217)

Анализ показал следующее. По значениям параметров длины и объема яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин гинекоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин андроморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин мезоморфного типа телосложения. По значениям параметра ширины яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения; наименьший – у мужчин андроморфного типа телосложения. По значениям параметра толщины яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин мезоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин гинекоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин андроморфного типа телосложения. По значениям параметра массы яичек наибольший процент случаев преобладания размеров правого яичка над левым наблюдается у мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения; наименьший – у мужчин андроморфного типа телосложения.

При соматотипировании по J. Tanner по значениям параметра длины яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек наблюдается у мужчин мезоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин андроморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин гинекоморфного типа телосложения. По значениям параметра ширины яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек наблюдается у мужчин гинекоморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин мезоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин андроморфного типа телосложения. По значениям параметра толщины яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек наблюдается у мужчин андроморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин гинекоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин мезоморфного типа телосложения. По значениям параметра объема яичек наибольший процент случаев равенства размеров правого и левого яичек

наблюдается у мужчин андроморфного типа телосложения; наименьший – у мужчин мезоморфного типа телосложения; промежуточное значение – у мужчин гинекоморфного типа телосложения.

Представленные данные относительных показателей структуры билатеральных различий демонстрируют зависимость между принадлежностью лиц к определенному типу телосложения по схеме J. Tanner и направлением билатеральной асимметрии значений орхидометрических параметров. При соматотипировании по J. Tanner мужчины гинекоморфного типа телосложения характеризуются выраженной правосторонней асимметрией по длине и объему яичка; по массе яичка показатели правосторонней асимметрии у мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов телосложения сопоставимы. Для мужчин андроморфного типа телосложения характерна наименьшая частота случаев правостороннего преобладания среди мужчин всех трех типов телосложения по длине, массе и объему яичка. При этом у мужчин андроморфного типа телосложения отмечается наибольшая частота левостороннего преобладания по длине и массе, а также наибольшая частота симметричных случаев по толщине яичка. Мужчины мезоморфного типа телосложения занимают промежуточное положение по всем анализируемым параметрам.

Были также проанализированы значения орхидометрических параметров различных типов телосложения согласно схеме В.Н. Шевкуненко-2, которые имели неоднородный возрастной состав (таблица 23). При классификации по В.Н. Шевкуненко-2 у мужчин долихоморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $46,58 \pm 4,56$ мм ($m=0,61$), левого – $45,55 \pm 4,28$ мм ($m=0,58$). Средняя ширина правого яичка составила $33,29 \pm 3,79$ мм ($m=0,51$), левого – $32,51 \pm 3,66$ мм ($m=0,49$). Средняя толщина правого яичка составила $16,87 \pm 2,81$ мм ($m=0,38$), левого – $16,64 \pm 2,61$ мм ($m=0,35$). Средняя масса правого яичка составила $17,61 \pm 5,34$ г ($m=0,72$), левого – $16,73 \pm 4,77$ г ($m=0,64$). Средний объем правого яичка составил $17,05 \pm 5,23$ мл ($m=0,71$), левого – $16,09 \pm 4,78$ мл ($m=0,64$). У мужчин мезоморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $47,19 \pm 5,11$ мм ($m=0,49$), левого – $45,64 \pm 4,94$ мм ($m=0,48$). Средняя ширина правого

яичка составила $33,23 \pm 3,62$ мм ($m=0,35$), левого – $32,23 \pm 3,73$ мм ($m=0,36$). Средняя толщина правого яичка составила $18,10 \pm 2,81$ мм ($m=0,27$), левого – $17,55 \pm 3,04$ мм ($m=0,29$). Средняя масса правого яичка составила $18,91 \pm 5,98$ г ($m=0,58$), левого – $17,46 \pm 5,76$ г ($m=0,55$). Средний объем правого яичка составил $18,24 \pm 5,90$ мл ($m=0,57$), левого – $16,80 \pm 5,60$ мл ($m=0,54$). У мужчин брахиморфного типа телосложения средняя длина правого яичка составила $46,74 \pm 4,81$ мм ($m=0,66$), левого – $45,57 \pm 4,78$ мм ($m=0,65$). Средняя ширина правого яичка составила $32,48 \pm 3,80$ мм ($m=0,52$), левого – $31,96 \pm 3,68$ мм ($m=0,50$). Средняя толщина правого яичка составила $18,06 \pm 2,44$ мм ($m=0,33$), левого – $17,70 \pm 2,58$ мм ($m=0,35$). Средняя масса правого яичка составила $18,36 \pm 5,44$ г ($m=0,74$), левого – $17,46 \pm 5,36$ г ($m=0,73$). Средний объем правого яичка составил $17,74 \pm 5,35$ мл ($m=0,73$), левого – $16,85 \pm 5,28$ мл ($m=0,72$).

Таблица 23 – Средние значения орхидометрических показателей мужчин 19–88 лет в зависимости от типа телосложения по схеме В.Н. Шевкуненко-2 (N=217)

Наименование параметра	Яичко	Типы телосложения по В.Н. Шевкуненко-2		
		Долихоморфный	Мезоморфный	Брахиморфный
		М $\pm$ σ	М $\pm$ σ	М $\pm$ σ
Длина яичка, мм	Правое	46,58 $\pm$ 4,56	47,19 $\pm$ 5,11	46,74 $\pm$ 4,81
	Левое	45,55 $\pm$ 4,28	45,64 $\pm$ 4,94	45,57 $\pm$ 4,78
Ширина яичка, мм	Правое	33,29 $\pm$ 3,79	33,23 $\pm$ 3,62	32,48 $\pm$ 3,80
	Левое	32,51 $\pm$ 3,66	32,23 $\pm$ 3,73	31,96 $\pm$ 3,68
Толщина яичка, мм	Правое	16,87 $\pm$ 2,81	18,10 $\pm$ 2,81	18,06 $\pm$ 2,44
	Левое	16,64 $\pm$ 2,61	17,55 $\pm$ 3,04	17,70 $\pm$ 2,58
Масса яичка, г	Правое	17,61 $\pm$ 5,34	18,91 $\pm$ 5,98	18,36 $\pm$ 5,44
	Левое	16,73 $\pm$ 4,77	17,46 $\pm$ 5,76	17,46 $\pm$ 5,36
Объем яичка, мл	Правое	17,05 $\pm$ 5,23	18,24 $\pm$ 5,90	17,74 $\pm$ 5,35
	Левое	16,09 $\pm$ 4,78	16,80 $\pm$ 5,60	16,85 $\pm$ 5,28

Однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони выявил статистически значимые различия по толщине правого яичка между мужчинами мезоморфного и долихоморфного типов телосложения, а также между мужчинами брахиморфного и долихоморфного типов телосложения при классификации по

В.Н. Шевкуненко-2 (при $p < 0,05$) (рисунок 32). Статистически значимой связи остальных значений орхидометрических показателей с типами телосложения по В.Н. Шевкуненко-2 выявлено не было. Таким образом, по данным нашего исследования, при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-2 толщина правого яичка у мужчин мезоморфного типа телосложения статистически значимо больше, чем у мужчин долихоморфного типа телосложения, однако утверждать это достоверно не представляется возможным, так как данная группа в нашей выборке неоднородна по возрастному составу.

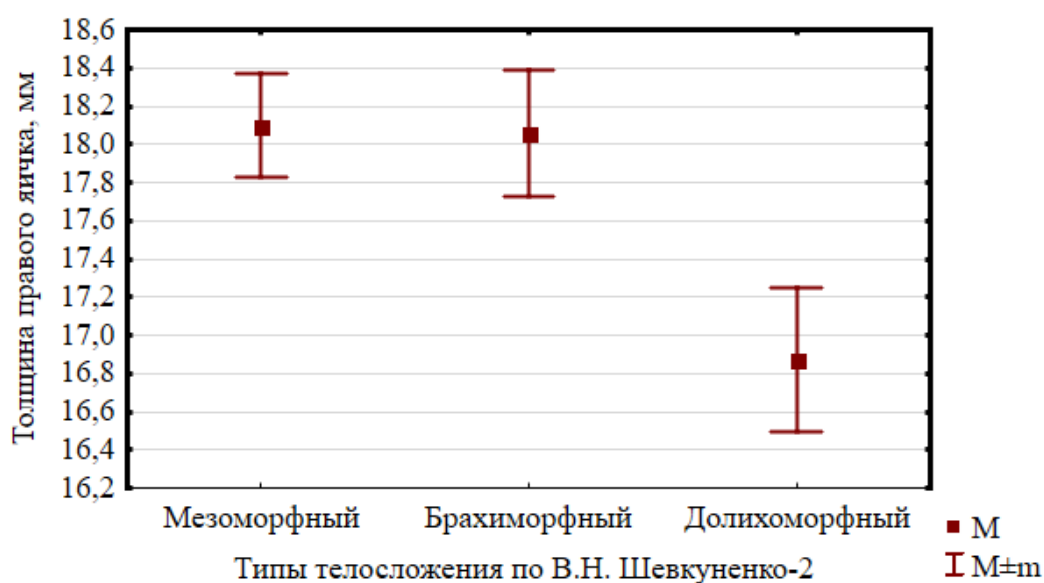


Рисунок 32 – Диаграмма толщины правого яичка (мм) мужчин 19–88 лет различных типов телосложения по В.Н. Шевкуненко-2 (N=217)

Таким образом, полученные результаты доказывают явную зависимость значений орхидометрических параметров яичек от типа телосложения как по классификации В.Н. Шевкуненко-1, так и по J. Tanner. При этом различия между типами телосложений при соматотипировании по В.Н. Шевкуненко-1, так и по J. Tanner определяются не только в количественных значениях, но и в структуре билатеральной асимметрии по ее абсолютным и относительным величинам. Поскольку классификация J. Tanner выявила большее количество статистически значимых различий, ее можно считать более информативной и рекомендовать к приоритетному использованию при установлении референсных значений орхидометрических параметров у мужчин.

3.7 Взаимосвязи значений орхидометрических параметров мужчин

Различия в величине корреляций для правого и левого яичка могут быть обусловлены анатомической асимметрией гонад. Это позволяет предположить, что общепринятые в клинической практике формулы для расчета объема яичек могут быть недостаточно точными [57]. Для оценки взаимосвязи между непосредственно измеряемыми значениями орхидометрических показателей в пределах яичка был применен корреляционный анализ Пирсона (таблицы 24, 25). Анализ показал, что масса и объем правого яичка демонстрируют наибольшую корреляцию с его длиной ($r=0,87$ для массы и объема). Промежуточные значения коэффициентов корреляции характерны для толщины правого яичка ($r=0,83$ для массы и объема), а наименьшие – для ширины ($r=0,80$ для массы, $r=0,79$ для объема) (рисунок 33, уравнение регрессии: объем правого яичка равен $-29,85+0,95x+0,66y$). Корреляционная связь линейных параметров левого яичка с его массой и объемом распределилась аналогично: наибольшая корреляция наблюдается с длиной ($r=0,86$ для массы, $r=0,85$ для объема), промежуточная – с толщиной ($r=0,83$ для массы, $r=0,82$ для объема), а наименьшая – с шириной ($r=0,80$ для массы и объема) (рисунок 34, уравнение регрессии: объем левого яичка равен $-26,86+0,88x+0,62y$). Таким образом, объем и масса обоих яичек сильнее всего коррелируют с его длиной, в меньшей степени – с шириной и толщиной.

Таблица 24 – Корреляционная матрица коэффициентов линейной корреляции значений орхидометрических параметров правого яичка у мужчин 19–88 лет с уровнем статистической достоверности $p<0,05$ ($N=217$)

Наименование параметра	Масса правого яичка	Объем правого яичка
Длина правого яичка	0,87*	0,87*
Ширина правого яичка	0,80*	0,79*
Толщина правого яичка	0,83*	0,83*

Примечание: * – статистически значимые корреляции при $p<0,05$.

Таблица 25 – Корреляционная матрица коэффициентов линейной корреляции значений орхидометрических параметров левого яичка у мужчин 19–88 лет с уровнем статистической достоверности $p < 0,05$ ($N=217$)

Наименование параметра	Масса левого яичка	Объем левого яичка
Длина левого яичка	0,86*	0,85*
Ширина левого яичка	0,80*	0,80*
Толщина левого яичка	0,83*	0,82*

Примечание: * – статистически значимые корреляции при $p < 0,05$.

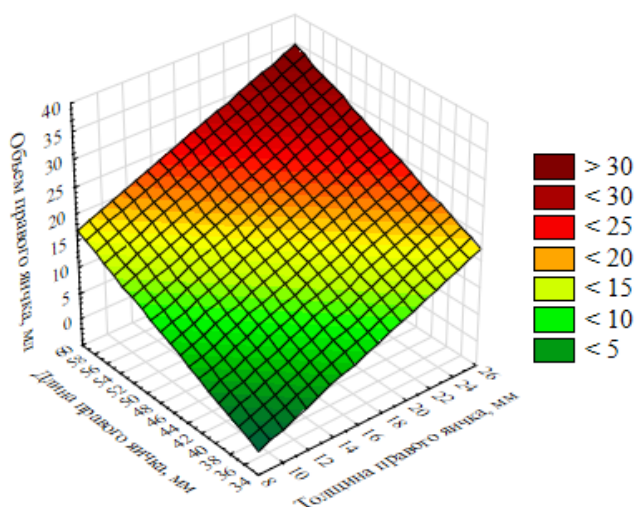


Рисунок 33 – Поверхностная диаграмма зависимости объема правого яичка (мл) от длины и толщины правого яичка (мм)

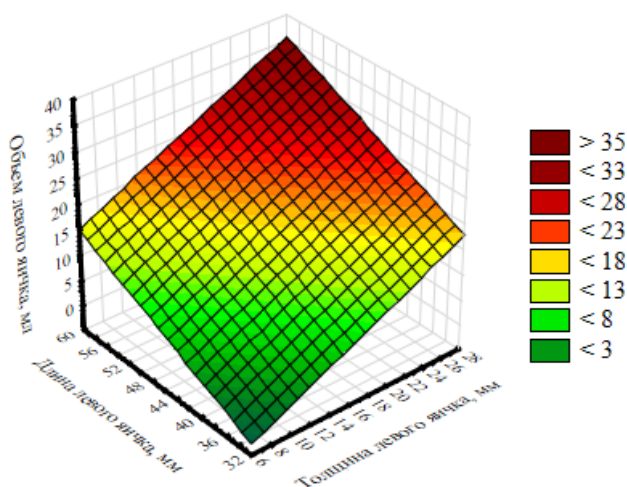


Рисунок 34 – Поверхностная диаграмма зависимости объема левого яичка (мл) от длины и толщины левого яичка (мм)

В клинической практике для определения объема яичка по данным его линейных параметров, полученных в ходе ультразвукографии либо другими чрезмошоночными способами, применяются общепринятые математические формулы расчета объема яичка – эмпирическая формула, а также формулы объема эллипсоида и вытянутого сфероида [57, 102, 162]. Для проверки точности использования данных формул при определении объема яичка мы подставили полученные нами значения линейных орхидометрических параметров (длину, ширину, толщину) в вышеуказанные формулы. Затем рассчитанные значения объема сравнивались с истинным объемом, измеренным методом водозамещения. Объем яичка, рассчитанный по каждой из трех математических формул, отличался от фактического значения, которое составило $17,22 \pm 5,48$ мл. Были получены следующие данные (таблица 26): средний объем по эмпирической формуле – $19,36 \pm 6,12$ мл (диапазон: 4,23–40,11 мл); средний объем по формуле эллипсоида – $14,18 \pm 4,48$ мл (диапазон: 3,11–29,55 мл); средний объем по формуле вытянутого сфероида – $26,39 \pm 8,04$ мл (диапазон: 8,56–52,28 мл). Наименьшее отклонение от фактического объема показала эмпирическая формула, абсолютная погрешность которой составила $2,26 \pm 1,13$ мл ($13,47 \pm 0,18\%$). Несколько большая погрешность была выявлена у формулы эллипсоида – $2,98 \pm 1,30$ мл ($17,20 \pm 0,08\%$). Наибольшее отклонение демонстрирует формула вытянутого сфероида – $10,71 \pm 8,34$ мл ($76,86 \pm 0,25\%$).

Детальный анализ структуры полученных различий показал, что при применении эмпирической формулы в 96,5% случаев разница с фактическим объемом положительная и составляет $2,28 \pm 1,12$ мл; в 3,5% случаев – разница отрицательная и составляет $1,81 \pm 1,32$ мл. При применении формулы эллипсоида в 0,7% случаев разница с фактическим объемом положительная и составляет $1,02 \pm 0,48$ мл; в 99,3% случаев – разница отрицательная и составляет $2,99 \pm 1,37$ мл. При применении формулы объема вытянутого сфероида в 82,7% случаев разница с фактическим объемом положительная и составляет $12,02 \pm 8,39$ мл; в 7,3% случаев – разница отрицательная и составляет $4,47 \pm 4,32$ мл.

Таблица 26 – Сравнение объема яичка с помощью различных расчетных формул и по водозамещению (N=343)

Метод измерения	Объем яичка, мл (M±σ)	Разница с фактическим объемом, мл (абсолютные значения) (M±σ)	Процентная разница средних значений, % (P±σ)	p (регрессионный анализ)
Фактический объем	17,22±5,48	2,26±1,13	13,47±0,18	<0,001
Объем по эмпирической формуле	19,36±6,12			
Фактический объем	17,22±5,48	2,98±1,38	17,20±0,08	<0,001
Объем по формуле эллипсоида	14,18±4,48			
Фактический объем	17,22±5,48	10,71±8,34	76,86±0,25	0,186
Объем по формуле вытянутого сфероида	26,39±8,04			
Фактический объем	17,22±5,48	1,01±1,05	6,86±0,38	<0,001
Объем по уравнению регрессии	17,26±5,29			

Согласно результатам регрессионного анализа установлена сильная связь между фактическим средним объемом яичка и объемом, рассчитанным по эмпирической формуле ($r=0,98$, $p<0,001$; уравнение регрессии: $y=0,25+0,88x$) (рисунок 35), а также по формуле эллипсоида ($r=0,98$, $p<0,001$; уравнение регрессии: $y=0,25+1,19x$) (рисунок 36). Статистически значимой корреляции между фактическим объемом и объемом, рассчитанным по формуле вытянутого сфероида, установлено не было ($r= -0,06$, $p=0,186$; уравнение регрессии: $y=18,37-0,04x$) (рисунок 37).

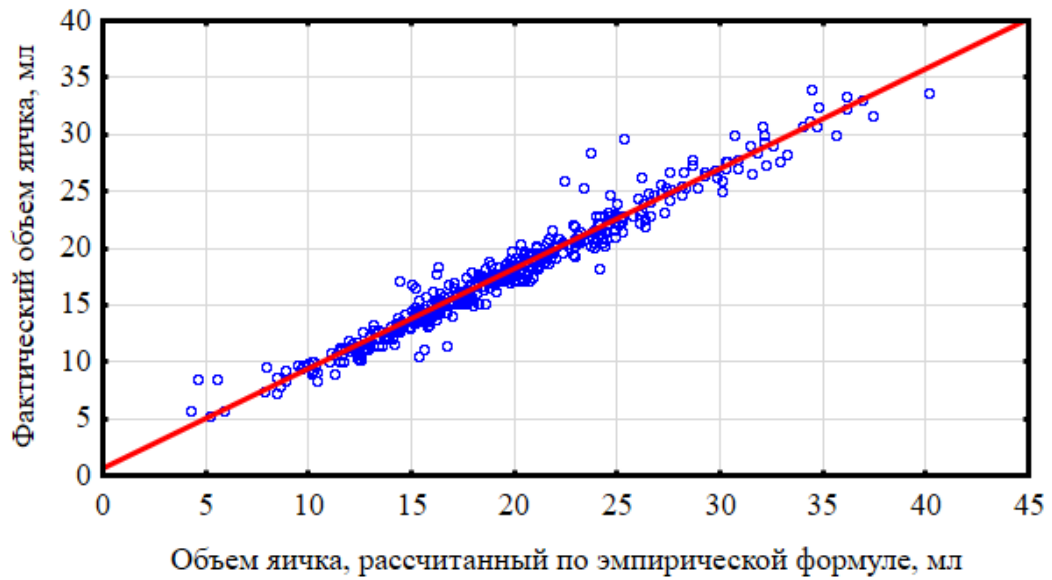


Рисунок 35 – Диаграмма линейной зависимости объема яичка, рассчитанного по эмпирической формуле, и фактического объема яичка (мл)

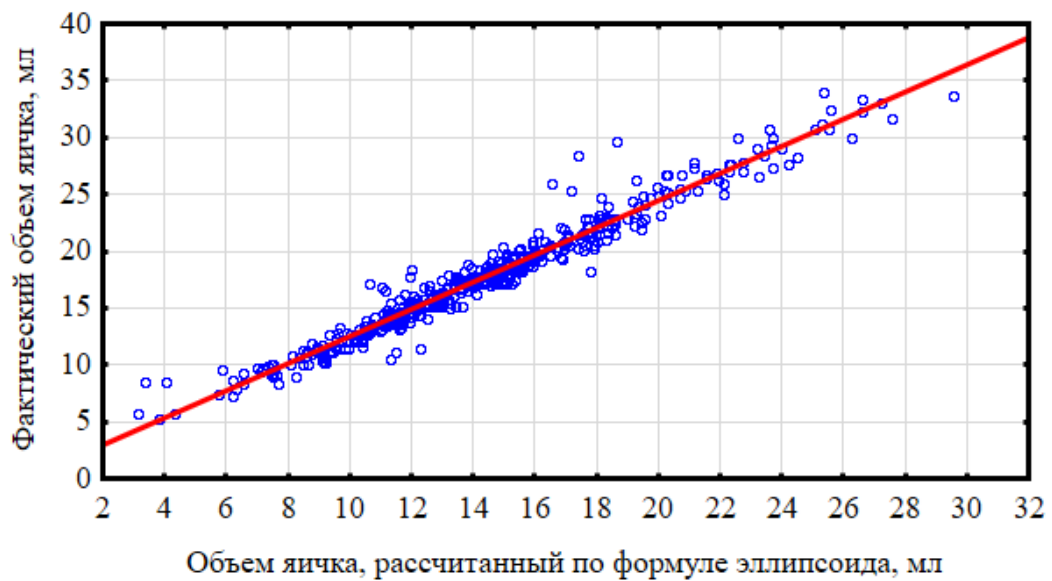


Рисунок 36 – Диаграмма линейной зависимости объема яичка (мл), рассчитанного по формуле объема эллипсоида, и фактического объема яичка (мл)

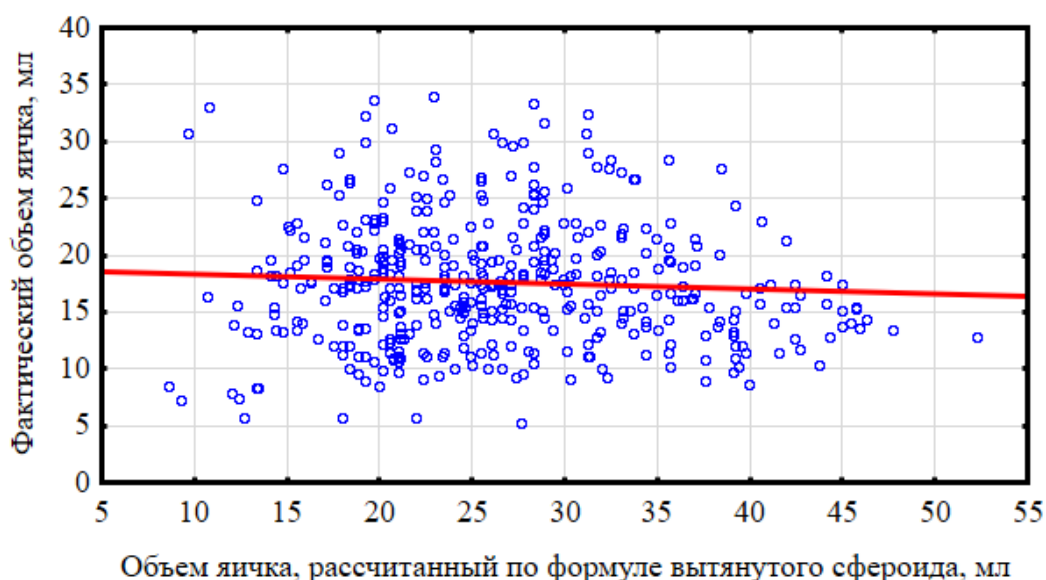


Рисунок 37 – Диаграмма линейной зависимости объема яичка (мл), рассчитанного по формуле объема, вытянутого сфероида и фактического объема яичка (мл)

Таким образом, выявленная корреляция между значениями прямых орхидометрических параметров, а также существенное расхождение между фактическим объемом яичка и объемом, рассчитанным по стандартным формулам, используемых в клинической практике, обосновывают необходимость разработки новых формул. Эти формулы должны рассчитывать объем на основе значений линейных параметров яичка и быть пригодными для использования в клинической практике. С помощью построения модели множественной регрессии была предпринята попытка разработки уравнения для определения объема яичка по значениям его линейных параметров. Полученное уравнение регрессии выглядит следующим образом [49]:

$$\begin{aligned} \text{объем яичка} = & 0,401 \times \text{длина яичка} + 0,493 \times \text{ширина яичка} + \\ & + 0,845 \times \text{толщина яичка} - 32,234. \end{aligned} \quad (4)$$

Средний объем яичка, рассчитанный по полученному уравнению регрессии, составил $17,26 \pm 5,29$ мл. Уравнение регрессии имеет вид: $y = 1,00x - 0,02$ (рисунок 38). Детальный анализ структуры расхождений показал, что при использовании разработанной формулы в 59,7% случаев наблюдается положительное отклонение от фактического объема (в среднем $+0,88 \pm 0,67$ мл), а в

40,1% случаев – отрицательное (в среднем $-1,22 \pm 1,43$ мл); в 0,2% случаев расхождение отсутствовало.

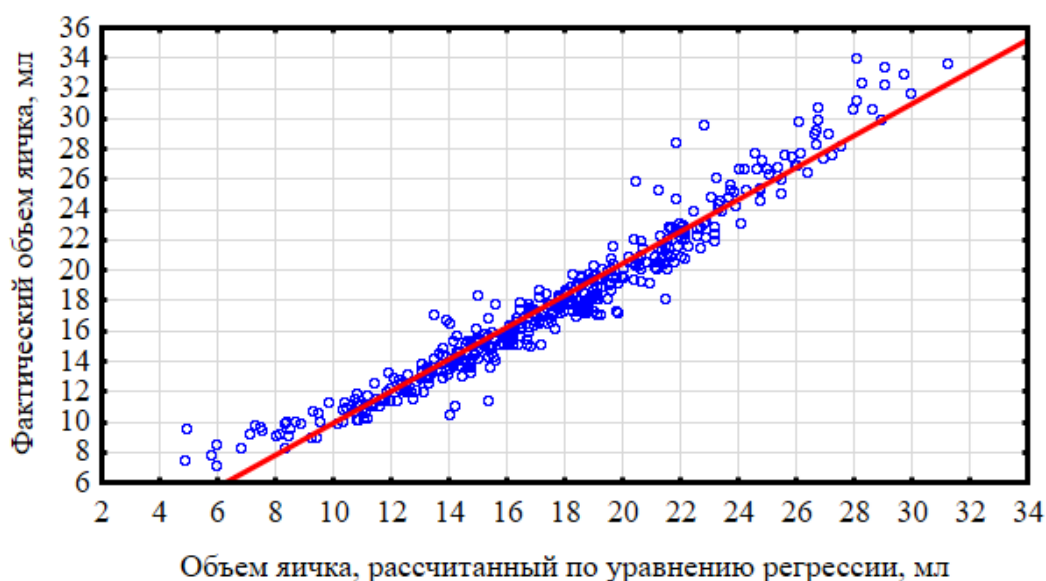


Рисунок 38 – Диаграмма линейной зависимости объема яичка (мл), рассчитанного по уравнению регрессии, и фактического объема яичка (мл)

Таким образом, было установлено, что применяемые в клинической практике в настоящее время математические формулы (эмпирическая, объема эллипсоида и вытянутого сфероида) для определения объема яичка по данным значений его линейных параметров обладают меньшей точностью, нежели уравнение регрессии, полученное нами на основе анализа прямых анатомических измерений нативного препарата. Поскольку полученное уравнение регрессии обладает меньшей погрешностью в определении истинного объема яичка, его можно считать более информативным и рекомендовать к использованию при определении объема яичек у мужчин в ходе андрологического и урологического обследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью настоящего исследования явилось установление особенностей изменчивости значений орхидометрических параметров мужчин и их взаимосвязи с типами телосложения. В задачи входило изучение вариабельности значений орхидометрических параметров мужчин, установление их корреляции с возрастом и типами телосложения по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner, а также разработка формулы определения объема яичка по значениям его линейных параметров. Требовалось доказать, что, во-первых, значения орхидометрических параметров мужчин зависят от возраста и имеют билатеральные различия с преобладанием большинства параметров в правом яичке, при этом с точки зрения возрастной динамики этих показателей наиболее обоснованным является деление мужчин зрелого возраста на две возрастные группы: от 22 до 44 лет и от 45 до 60 лет; во-вторых, значения орхидометрических параметров взаимосвязаны с классическими типами телосложения по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner. Также требовалось определить референсные значения орхидометрических показателей для мужчин Ульяновской области и разработать высокоточную формулу для расчета объема яичек на основе значений их линейных параметров. Для детального анализа возрастной динамики был выбран зрелый возраст, поскольку в этот период наблюдается максимальное развитие всех систем организма, включая костную и репродуктивную [30, 50, 123, 175, 202].

Материалом для исследования послужили данные прямых орхидометрических и антропометрических измерений 229 мужчин в возрасте от 19 до 88 лет, проживавших на территории Ульяновской области. Вся выборка была подвергнута процедуре отбора в соответствии с критериями исключения. Критериями исключения служили данные медицинской документации или результаты вскрытия, свидетельствующие о наличии у обследуемого заболеваний печени, злокачественных новообразований, ВИЧ-инфекции, хронических заболеваний легких и почек, а также патологий яичек и их оболочек. В результате применения критериев исключения из исследования были выведены 12 мужчин.

Таким образом, итоговая выборка составила 217 мужчин различных возрастных групп: юношеского возраста, первого и второго периодов зрелого возраста, а также пожилого и старческого возраста. С целью изучения вариабельности значений орхидометрических параметров у мужчин зрелого возраста из общей выборки была сформирована группа из 181 мужчины в возрасте от 22 до 60 лет (средний возраст $42,28 \pm 8,69$ года). После чего она была разделена на две группы в соответствии со следующими возрастными критериями. Первым критерием деления явилось выделение мужчин первого и второго периодов зрелого возраста, согласно возрастной периодизации, принятой АПН СССР (1965) [36], в результате чего группу первого периода зрелого возраста (22–35 лет) составили 38 человек (средний возраст $29,9 \pm 3,94$ года), группу второго периода зрелого возраста (36–60 лет) – 143 человека (средний возраст $45,6 \pm 6,32$ года). Вторым критерием деления на возрастные группы явился возраст, при котором, на основе клинических и функциональных данных, происходит снижение сперматогенной функции яичка – после 45 лет. Таким образом, для разделения выборки на две группы был выбран возрастной критерий в 45 лет. На этом основании были сформированы две группы наблюдения: 1-ю группу составили 103 мужчины, умерших в возрасте 22–44 лет (средний возраст $36,15 \pm 5,70$ года); 2-ю группу составили 78 мужчин, умерших в возрасте 45–60 лет (средний возраст $50,37 \pm 4,11$ года). В исследование не включались случаи с наличием заболеваний печени, злокачественных новообразований, ВИЧ-инфекции, хронических заболеваний легких и почек, а также патологий яичек и их оболочек по данным медицинской документации или аутопсии. Вскрытие проводилось на первые сутки с момента наступления смерти.

Исследование выполнено с использованием общепринятых орхидометрических, антропометрических и статистических методов. Соматотипирование проводилось по схемам В.Н. Шевкуненко и J. Tanner. Общее число проанализированных показателей составило 5859. Для обеспечения достоверности выводов, наряду со стандартными статистическими процедурами, применялись корреляционный, дисперсионный, факторный анализы и построение уравнений линейной регрессии.

Измерение значений орхидометрических параметров проводилось прямыми инструментальными методами: линейные размеры определялись с помощью электронного штангенциркуля, масса – на лабораторных весах, объем – методом водозамещения. Прямые анатомические измерения обладают меньшей погрешностью по сравнению с сравнительно-аналоговыми методами с использованием орхидометров, где неточность может быть обусловлена включением придатка, вариабельностью кожи мошонки и субъективной оценкой. Методы визуализации (УЗИ, КТ, МРТ), хотя и более точны, чем сравнительные, также несут погрешности, поскольку объем рассчитывается по формулам на основе линейных размеров, а форма яичек вариабельна [46, 63, 170, 199]. Кроме того, эластичность яичек может приводить к их деформации и завышению размеров при ультрасонографии [148, 169]. В отличие от этого прямые анатомические измерения характеризуются минимальной погрешностью [126, 151, 152, 222, 226].

По данным нашего исследования у мужчин, проживавших на территории Ульяновской области, объем правого яичка составил $17,82 \pm 5,60$ мл, левого – $16,63 \pm 5,31$ мл. Масса правого яичка равнялась $18,44 \pm 5,69$ г, левого – $17,28 \pm 5,41$ г. Средний объем яичка – $17,22 \pm 5,33$ мл, суммарный объем яичек – $34,45 \pm 10,35$ мл. Средняя масса яичка – $17,86 \pm 5,42$ г, суммарная масса яичек – $35,72 \pm 10,83$ г. Данные нашего исследования согласуются с результатами других работ. Так, в одном из наиболее крупных исследований размеров яичек на аутопсийном материале, опубликованном D.J. Handelsman и S. Staraj, средний объем яичек у 852 мужчин (средний возраст $53,2 \pm 20,4$ года), умерших внезапно, составил $17,7 \pm 8,33$ мл [126]. В исследовании L. Johnson и соавторов, основанном на данных 132 аутопсий мужчин в возрасте от 21 до 80 лет, умерших внезапной смертью, сообщается, что масса правого яичка составляла $19,0 \pm 5,7$ г, а левого – $17,3 \pm 4,6$ г [135]. Также полученные результаты о значениях массы и объема яичек согласуются с рядом других авторов [100, 202, 231, 232, 241, 246].

Вместе с тем, имеются работы, в которых приводятся как более низкие [127, 197, 238], так и более высокие значения массы и объема яичек [212]. Более низкие показатели массы и объема яичек были получены K.S. Chang и соавторами. Они

установили, что средняя масса и объем правого яичка составляют $9,85 \pm 3,3$ г и $9,69 \pm 3,3$ мл соответственно, а левого – $9,36 \pm 3,1$ г и $9,10 \pm 3,0$ мл соответственно. Исследование проводилось на материале 100 аутопсий в китайской популяции; возраст умерших охватывал период от второго до восьмого десятилетия жизни [197]. Меньший объем яичек был зафиксирован в исследовании В. Nguyen и соавторов, которые ретроспективно проанализировали данные об размерах яичек у вьетнамских мужчин в возрасте от 18 лет и старше, полученные с помощью УЗИ. В группе здоровых мужчин (средний возраст $35,72 \pm 6,14$ лет) средний объем яичка составил $13,64 \pm 3,44$ мл [238]. По данным А. Томова с соавторами, средний объем яичка 310 юношей в возрасте 19 лет в Болгарии, рассчитанный по данным УЗИ, составляет $16,28 \pm 4,46$ мл [123]. Одной из возможных причин наблюдаемых различий в массе и объеме яичек может быть этно-территориальная принадлежность исследуемых когорт [101, 109, 220, 224].

В рамках исследования гипофиза, надпочечников и яичек у мужчин с гиперплазией и неоплазией простаты Т.В. Harbitz проанализировал массу яичек в последовательной серии аутопсий 172 мужчин старше 40 лет. Было установлено, что средняя суммарная масса яичек составила $31,6 \pm 10,4$ г, что существенно ниже значений, полученных в нашем исследовании. Наблюдаемое различие в размерах яичек, по-видимому, обусловлено тем, что у значительной части пациентов в исследовании указанного автора перед смертью отмечалось затяжное заболевание и нарушения питания. Кроме того, большинство обследованных были старше 50 лет [127]. Упоминание об отрицательном влиянии на размеры яичек тяжелых соматических заболеваний отмечено авторами [126].

А. Sheikhazadi и соавторы приводят данные о размерах яичек для иранской популяции, полученные на основе 914 судебно-медицинских вскрытий мужчин в возрасте $43,4 \pm 17,8$ лет. Средняя масса правого яичка составила $24,7 \pm 5,8$ г, левого – $25,4 \pm 6,4$ г. Указанные значения массы яичек значительно превышают аналогичные показатели, полученные в нашем исследовании. Помимо различий в этнической принадлежности исследуемой группы, разница может быть обусловлена включением в массу яичка и его придатка, поскольку в работе не уточняется был ли отделен придаток яичка при взвешивании [212].

Размеры мужских гонад были исследованы также в нашей стране и странах СНГ. В 80-х годах прошлого столетия Ю.П. Белохвостиковым в г. Иркутске в рамках исследования строения и изменчивости соединительнотканного остова яичка было проведено определение орхидометрических показателей 186 яичек людей, умерших в возрасте от рождения до 84 лет [15]. В указанном исследовании зрелый возраст включал в себя 84 случая. В диссертации указано, что в исследовании определялись длина, ширина и толщина яичек, однако часть измерений была проведена чрезмошочным способом, что снижает достоверность данных. К тому же в диссертационном исследовании Ю.П. Белохвостикова не выявлена разница в орхидометрических показателях мужчин двух разных возрастных периодов жизни, что противоречит полученным нами данным.

В диссертационном исследовании В.Ю. Бургарта суммарный объем яичек у юношей 17–21 лет варьировал от $31,4 \pm 0,65$ мл до $33,9 \pm 0,79$ мл [18]. По данным Ш.Ж. Тешаева, проводившего исследование в г. Бухара, средний объем правого яичка у мужчин первого периода зрелого возраста составил $25,8 \pm 0,40$ мл, левого – $24,9 \pm 0,36$ мл [67]. В недавнем исследовании Л.И. Аржакова с соавторами обследовали 29 юношей и молодых мужчин коренной национальности в возрасте 18–20 лет, постоянно проживающих в Республике Саха. По данным УЗИ, суммарный объем яичек составил $30,82 \pm 2,75$ мл [46]. Д.В. Максинев, обследовав размеры яичек 245 русских студентов–юношей Тамбовского государственного университета с помощью штангенциркуля, установил, что объем правого яичка составил 13,17 мл, левого – 13,07 мл, битестикулярный объем – 26,23 мл [39]. Для сравнения представляют особый интерес данные Д.А. Тихонова о значениях орхидометрических параметров, полученных в той же этно-территориальной зоне (г. Ульяновск), что и в нашем исследовании. Согласно результатам ультразвукового исследования 82 юношей и молодых мужчин (средний возраст $20,5 \pm 12,7$ года), средний объем яичка составил $15,4 \pm 8,2$ мл, что также ниже значений, полученных в нашем исследовании [69]. Наблюдаемые расхождения могут быть связаны, во-первых, с тем, что в указанных исследованиях когорты

были представлены преимущественно или полностью юношами, у которых размеры яичек, вероятно, еще не достигли пиковых значений [196]. Во-вторых, различия могут быть обусловлены погрешностью измерения объема яичек при использовании ультразвукового метода [126, 222].

И.А. Баландина и А.В. Быков в г. Пермь по данным УЗИ изучили размеры яичек 619 практически здоровых мужчин в возрасте от 20 до 45 лет: средний объем яичка составил $17,93 \pm 4,52$ мл, средний битестикулярный объем – $38,85 \pm 9,04$ мл, что согласуется с нашими данными [8]. Региональные особенности размеров яичек в РФ и странах СНГ в обобщенном виде представлены для сравнения в таблице 27.

Таблица 27 – Обобщенные данные разных авторов о значениях орхидометрических параметров мужчин в различных регионах

Автор, год публикации	Регион проведения исследования	Метод измерения объема яичка	Возраст, лет	Объем яичка, мл
Собственные данные, 2025 [13]	Ульяновская область	Водозамещение	19–88	$34,45^1$; $17,22^2$; $17,82^3$; $16,63^4$
Л.И. Аржакова и соавторы, 2021 [46]	Республика Саха (Якутия)	УЗИ	18–20	$30,82^1$
Д.В. Максинев, 2021 [39]	Тамбовская область	Штангенциркуль	18–25	$24,22^1$; $13,17^3$; $13,07^4$
Д.А. Тихонов, 2016 [69]	Ульяновская область	УЗИ	18–21	$30,8^1$; $15,4^2$; $16,5^3$; $14,3^4$
И.А. Баландина, А.В. Быков, 2008 [8]	Пермский край	УЗИ	20–45	$35,85^1$; $17,93^2$
Т.Ж. Тешаев, 2007 [67]	Узбекистан	Орхидометр	17–21	$25,7^3$; $24,8^4$
			22–28	$25,8^3$; $24,9^4$
В.Ю. Бургарт, 2006 [18]	Красноярский край	Штангенциркуль	17–21	$31,4–33,9^1$

Примечание: ¹ – суммарный объем яичек; ² – объем яичка без указания стороны; ³ – объем правого яичка; ⁴ – объем левого яичка.

Результаты настоящего исследования также показали, что среди линейных орхидометрических параметров обеих яичек наиболее вариabельным была толщина: коэффициент вариации составил 15,51–16,37%. Меньшей вариabельностью характеризовалась ширина (11,21–11,44%), а наименьшей – длина яичка (10,35–10,41%). Таким образом, выявлена тенденция к большей вариabельности поперечных размеров по сравнению с продольным. В исследовании Д.А. Тихонова также сообщается, что параметры ширины яичек имеют бóльшую вариabельность по сравнению с длиной (коэффициент вариации длины правого яичка составил 11,0%, левого – 12,2%; ширины правого яичка – 25,3%, левого – 16,0%) [69]. Данные нашего исследования в этом отношении также согласуются с другими источниками [46, 134].

Современная андрология, урология и репродуктология уделяют значительное внимание объективной оценке состояния мужской половой системы, где одно из центральных мест занимает исследование размеров яичек, выполняющих как репродуктивную, так и эндокринную функции. В клинической практике орхидометрия служит простым, неинвазивным, но высокоинформативным методом оценки андрологического статуса мужчин [203]. Размеры яичек тесно коррелируют с их функциональным состоянием. Снижение объема яичек может быть маркером гипогонадизма, нарушения сперматогенеза, варикоцеле, последствий перенесенных воспалительных или инфекционных заболеваний. С другой стороны, увеличение размеров также требует внимания, так как может указывать на наличие новообразований или иных патологий. Таким образом, точная количественная оценка значений орхидометрических параметров является критической для постановки диагноза и оценки эффективности проводимого лечения. Актуальные референсные значения орхидометрических параметров необходимы также для предоставления пациентам надлежащих рекомендаций и консультаций в вопросах протезирования яичек [66, 85, 165]. Однако интерпретация результатов орхидометрии невозможна без надежной системы отсчета – референсных значений, которые очерчивают границы физиологической нормы для мужчин разных возрастных и популяционных групп.

В предыдущие исследования ученые пытались определить референсное значение объема яичка. Результаты показали значительную вариацию размеров яичек среди разных популяций и регионов [92, 101, 109, 220, 224, 238].

В настоящем исследовании для популяции мужчин Ульяновской области референсные значения были установлены как интервал $M \pm 0,67\sigma$. Для объема правого яичка этот интервал составил 14,07–21,52 мл, для левого – 13,07–20,19 мл. Значения ниже данного диапазона были классифицированы как гипоорхия, выше – как гиперорхия. Современные пороговые значения объема в клинической практике противоречивы: согласно Европейской академии андрологии, нижней границей нормы считается 12 мл для правого и 11 мл для левого яичка [231], а по рекомендациям Европейской ассоциации урологов объем менее 15 мл ассоциирован с нарушением сперматогенеза, а менее 12 мл является критерием дисгенезии яичек [114, 115].

Асимметрия в размерах семенников является широко распространенным феноменом в царстве животных [95, 97, 189]. Учитывая эволюционную общность млекопитающих, данная анатомическая особенность закономерно наблюдается и у человека. По данным нашего исследования выявлена статистически значимая асимметрия с преобладанием размеров правого яичка по параметрам длины, ширины, объема и массы ($p < 0,05$), в то время как по толщине различий не обнаружено. Преобладание массы правого яичка согласуется с данными большинства исследований [152, 183, 197], за исключением работы иранских исследователей [211], где сообщается о противоположной картине. По данным иранских исследователей масса правого яичка составляет $24,7 \pm 5,8$ г, когда как масса левого – $25,4 \pm 6,4$ г. Однако, как было указано ранее, в данной работе не уточняется был ли отделен от яичка его придаток при взвешивании, поэтому разница в массе может быть обусловлена различной массой придатков, а не самих яичек. В исследовании литовских исследований была выявлена лишь тенденция к преобладанию размеров правого яичка ($p > 0,05$) [88].

Результаты большинства исследований, использовавших инструментальные методы (УЗИ, КТ, МРТ), также подтверждают преобладание объема правого яичка

[151, 180, 193, 205, 208, 238]. В работе Д.А. Тихонова выявлено статистически значимое преобладание размеров правого яичка над левым по параметрам объема, длины и ширины ($p < 0,05$). Так, объем правого яичка составил $16,5 \pm 9,96$ мл, левого – $14,3 \pm 5,52$ мл; длина правого яичка – $4,27 \pm 0,45$ см, левого – $4,17 \pm 0,54$ см; ширина правого яичка – $2,62 \pm 0,63$ см, левого – $2,50 \pm 0,36$ см [69]. В работе J.Y. Bahk с соавторами (средний возраст 1139 участников исследования составил $23,52 \pm 2,74$ года) не обнаружили статистически значимых различий между средним объемом правого яичка ($18,13 \pm 3,85$ см³) и левого ($18,37 \pm 3,62$ см³) ($p = 0,155$). Также не было выявлено статистически значимых билатеральных различий по значениям параметра длины (длина правого яичка составила $5,16 \pm 0,54$ см, левого – $5,19 \pm 0,53$ см), ширины (ширина правого яичка составила $2,23 \pm 0,22$ см, левого – $2,24 \pm 0,21$ см), толщины (толщина правого яичка составила $2,21 \pm 0,25$ см, левого – $2,16 \pm 0,29$ см) [105]. Статистически значимых различий в значениях линейных орхидометрических параметров не было выявлено и в исследовании индийских ученых. В данной работе также были взвешены 100 пар яичек, однако взвешивание проводили без отделения придатков, что не позволяет оценить их истинную массу [134].

В рамках настоящего исследования был проведен системный анализ асимметрии размеров правого и левого яичка. Выявленная тенденция к преобладанию размеров правого яичка проявлялась в двух аспектах: оно было больше в большинстве наблюдений, а также демонстрировало бóльшие абсолютные значения по сравнению с левым. Эти результаты согласуются с данными аналогичного исследования, выполненного с применением ультразвукографии [69].

Исследование возрастной динамики орхидометрических показателей у мужчин зрелого возраста показало, что при $p < 0,05$ имеется статистически значимая отрицательная корреляция для длины и толщины яичек, положительная корреляция для ширины яичек. При этом для массы и объема левого яичка статистически значимых корреляций с возрастом установлено не было ($p < 0,05$). В одних исследованиях отмечается наличие изменений в значениях

орхидометрических параметров [88, 89, 126], что согласуется с нашими данными, в других – нет [183, 208].

D.J. Handelsman и S. Staraj сообщили, что статистически значимое уменьшение размеров яичек наблюдается после 70-ти лет жизни [126]. Так, если в возрастных группах с 4-го по 6-й десяток лет средний объем яичка ($M \pm m$) варьирует от $17,7 \pm 0,8$ г до $18,8 \pm 1,0$ г, то в возрасте 71–80 лет этот показатель равен $16,7 \pm 1,1$ г, в возрасте старше 80 лет – $15,0 \pm 1,5$ г. D. Well с соавторами ретроспективно проанализировали протоколы ультразвуковых исследований 150 мужчин в возрасте от 0 до 96 лет [89]. По их данным, средний объем яичка увеличивался с возрастом от рождения до 25 лет ($r=0,7108$, $p<0,005$). После 25 лет наблюдается уменьшение объема яичек ($r = 0,24$, $p<0,05$).

K. Lasiene с соавторами исследовали яички 103 мужчин в возрасте 18–70 лет в рамках аутопсии [88]. Орхидометрия производилась после фиксации яичек в 10% растворе формальдегида на 24 часа. По результатам исследования средний размер яичек варьировал в зависимости от возраста. Средняя длина яичек достоверно уменьшилась с $4,54 \pm 0,42$ см у мужчин 18–50 лет до $4,17 \pm 0,49$ см у мужчин 51–70 лет, а средняя толщина снизилась с $2,6 \pm 0,3$ см до $2,34 \pm 0,38$ см соответственно ($p<0,05$). Только средняя ширина уменьшилась с возрастом недостоверно (с $2,96 \pm 0,32$ см до $2,92 \pm 0,34$ см). Размеры как правого, так и левого яичка в группе мужчин 18–50 лет были больше, чем у мужчин 51–70 лет. Длина и высота яичек различались достоверно ($p<0,05$). Средний объем обоих яичек, измеренный методом вытеснения воды, был достоверно выше у мужчин 18–50 лет ($20,72 \pm 4,54$ мл), чем в группе 51–70 лет ($16,88 \pm 4,67$ мл; $p<0,05$). Объем как правого, так и левого яичка был выше у мужчин 18–50 лет по сравнению с объемом яичек у мужчин 51–70 лет ($p<0,05$). Средняя масса яичек у мужчин 18–50 лет ($21,53 \pm 4,57$ г) была достоверно выше, чем у мужчин 51–70 лет ($17,91 \pm 5,01$ г; $p<0,05$). Масса как правого ($22,03 \pm 4,63$ г), так и левого ($21,03 \pm 4,5$ г) яичка у мужчин 18–50 лет была выше, чем масса яичек у мужчин 51–70 лет (правого $18,56 \pm 5,13$ г и левого $17,26 \pm 4,88$ г соответственно, $p<0,05$). Внутри одной возрастной группы масса

правого яичка была больше массы левого, но это различие не было статистически значимым ($p > 0,05$).

F.F. Pasqualotto с соавторами обследовали 899 пациентов мужского пола, средний возраст которых составил $33,23 \pm 6,42$ года (диапазон варьирования от 24 до 67 лет), обратившихся в клинику для проведения вазэктомии с целью добровольной стерилизации [208]. Исходная группа была разделена на пять подгрупп в соответствии с возрастом: I (24–30 лет), II (31–35 лет), III (36–40 лет), IV (41–45 лет), V (старше 45 лет). Хотя имеется тенденция к снижению объема яичек в подгруппе мужчин старше 45 лет, статистически значимых различий между пятью подгруппами выявлено не было ($p > 0,05$). A. Giwercman с соавторами в Копенгагене исследовали яички от трупов 399 мужчин в возрасте от 18 до 50 лет (медиана – 35 лет), умерших внезапно [183]. Не было выявлено статистически значимой корреляции между возрастом и средней массой яичек (ранговая корреляция Спирмена, $r = 0,11$). Также не установлено статистически значимых различий в массе яичек между возрастными группами 18–30, 31–40 и 41–50 лет (критерий Краскела – Уоллиса, $p = 0,37$).

Учитывая, что около 90% объема яичка составляют семенные каналыцы [203], наиболее вероятно, что снижение размеров яичек связано преимущественно с уменьшением их объема, что подтверждается снижением функциональной активности яичек с возрастом [215, 221]. В нашем исследовании плотность правого и левого яичек составила $1,04 \pm 0,03$ г/мл, при этом не выявлено статистически значимых различий с возрастом, что согласуется с данными других исследователей [126]. Согласно другому исследованию, плотность яичек повышается с возрастом. Так, средняя плотность ткани яичек у мужчин 18–50 лет была достоверно ниже, чем у мужчин 51–70 лет ($1,04 \pm 0,02$ г/мл и $1,06 \pm 0,03$ г/мл соответственно, $p < 0,05$). При этом внутри каждой возрастной группы плотность правого и левого яичка не различалась ($p > 0,05$). Следует отметить, что результаты данного исследования сопоставимы с нашими данными лишь в относительных величинах, поскольку в указанной работе орхидометрия проводилась после 24-часовой фиксации яичек в 10% растворе формальдегида, что могло повлиять на абсолютные показатели

плотности [88]. Изменение плотности возможно связано развитием фиброзных процессов в яичках в ходе старения организма [15, 125, 135, 143].

Традиционно для описания этапов развития организма применяются общие схемы возрастной периодизации, которые выделяют критические периоды, рост, зрелость и старение, основываясь на совокупности общих антропометрических критериях [3, 21]. Однако накопленные к настоящему времени данные убедительно свидетельствуют, что темпы и хронология морфофункциональных перестроек различных органов и систем не являются синхронными и линейными. Это обуславливает центральную идею современной возрастной морфологии: для каждого органа и ткани существует собственная, уникальная возрастная периодизация, детерминированная генетически [30]. В отечественной морфологии общепринятой является классификация АПН СССР 1965 г. [36], разделяющая зрелый возраст мужчин на два периода: первый и второй. Чтобы оценить рациональность применения классификации АПН СССР 1965 г. в отношении развития мужских гонад, мы провели сравнительный анализ орхидометрических параметров мужчин первого и второго периодов зрелого возраста. Полученные данные выявили статистически значимые различия лишь по значениям двух орхидометрических параметров: ширине правого яичка, толщине левого яичка. При этом не было установлено статистически высокозначимой (при $p < 0,01$) разницы в значениях орхидометрических параметров между мужчинами первого и второго периодов зрелого возраста. Результаты нашего исследования демонстрируют, что применение традиционной возрастной периодизации, принятой АПН СССР 1965 г. и широко используемой для категоризации мужчин зрелого возраста, является малоэффективной применительно к значениям орхидометрических параметров.

Это может быть объяснено тем, что возрастная периодизация, принятая для общих анатомических показателей (АПН СССР, 1965), не является в полной мере адекватной и валидной для возрастной анатомической характеристики всех без исключения систем органов, в том числе для органов мужской репродуктивной системы. Учет функциональных и клинических данных говорит о том, что

снижение функциональных показателей мужской репродуктивной системы наступает в течение четвертого десятилетия. Полученные данные ставят под сомнение актуальность данной классификации для анатомических и антропометрических исследований мужской репродуктивной системы и указывают на необходимость разработки новой возрастной шкалы, которая будет более точно отражать реальные анатомические изменения в орхидометрических параметрах мужчин зрелого возраста. Исходя из этого, было проведено разделение возрастных групп на основе клинических и функциональных данных, анализ которых показал, что в большинстве случаев сперматогенная функция яичка снижается после 45 лет [86, 128, 144, 157, 208, 230]. Были сформированы две группы наблюдения: 1-ю группу составили 103 мужчины в возрасте от 22 по 44 года со средним возрастом $36,15 \pm 5,70$ лет; 2-ю группу составили 78 мужчин в возрасте от 45 по 60 лет со средним возрастом $50,37 \pm 4,11$ лет. Сравнительный анализ при $p < 0,05$ выявил статистически значимые различия между группами по значениям следующих орхидометрических параметров: ширина правого яичка, ширина левого яичка. При более высоком уровне достоверности (при $p < 0,01$) также имеется статистически значимое различие между группами по значению параметра ширины правого яичка.

Таким образом, статистически значимые различия ($p < 0,05$) в значениях орхидометрических параметров имеются как между мужчинами первого и второго периодов зрелого возраста согласно классификации АПН СССР (1965), так и при группировке по функциональному критерию – возрасту снижения активности яичек (45 лет): между мужчинами 22–44 лет и 45–60 лет. Однако при повышении уровня значимости ($p < 0,01$) картина меняется: различия между группами, выделенными по функциональному критерию (22–44 года и 45–60 лет), сохраняются, в то время как различия между возрастными группами зрелых мужчин по классификации АПН СССР (1965) становятся статистически незначимыми. Полученные результаты демонстрируют, что предложенная функциональная возрастная граница (45 лет) является статистически и методологически более обоснованной для оценки состояния репродуктивной

системы, чем граница, заданная стандартной периодизацией (согласно классификации АПН СССР (1965)). Следовательно, разделение мужчин зрелого возраста на группы 22–44 года и 45–60 лет является научно оправданным.

Вопрос о взаимосвязи значений антропометрических параметров с размерами яичек продолжает оставаться открытым. Несмотря на большое количество посвященных этому работ [67, 105, 170, 176, 205], до сих пор до конца не ясно, насколько эти показатели коррелируют друг с другом, и можно ли по особенностям телосложения судить о состоянии репродуктивной системы. В ходе нашего исследования установлено, что при уровне статистической значимости $p < 0,001$ длина, масса и объем как правого, так и левого яичка коррелируют с длиной тела и шириной плеч. В свою очередь, ширина таза демонстрирует корреляционные связи с длиной и шириной правого яичка, а также с шириной левого яичка. Проведенный корреляционный анализ позволяет предположить, что значения орхидометрических параметров могут быть взаимосвязаны с типами телосложения. В настоящем исследовании использовались схемы соматотипирования по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner. Выбор данных методик соматотипирования обусловлен их статусом классических систем в анатомической антропологии. Соматотипы, выделяемые по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner, являются генетически обусловленными, неизменными на протяжении всей жизни человека и не претерпевают изменений под влиянием нутритивного статуса или уровня его физической активности.

Согласно полученным данным, были выявлены статистически значимые различия в орхидометрических показателях между разными типами телосложения. По схеме В.Н. Шевкуненко-1: у мужчин мезоморфного типа телосложения толщина правого яичка достоверно превышала таковую у мужчин долихоморфного типа телосложения ($p < 0,05$). При соматотипировании по J. Tanner длина и толщина правого яичка, а также длина левого яичка у мужчин андроморфного типа телосложения статистически достоверно превышают значения аналогичных показателей у мужчин мезоморфного и гинекоморфного типов телосложения ($p < 0,05$). При этом значения указанных параметров у мужчин мезоморфного типа

телосложения, в свою очередь, превышают таковые у мужчин гинекоморфного типа ($p < 0,05$). Кроме того, масса и объем правого и левого яичек у мужчин андроморфного типа телосложения статистически значимо превышали аналогичные показатели у мужчин гинекоморфного типа телосложения ($p < 0,05$).

Более того, в настоящем исследовании были выявлены не только различия в значениях самих орхидометрических параметров у мужчин разных типов телосложения, но и существенные различия в структуре их билатеральной организации – как в соотношении типов асимметрии, так и в их выраженности. Для мужчин долихоморфного типа телосложения (по схеме В.Н. Шевкуненко-1) и мужчин гинекоморфного типа (по схеме J. Tanner) характерна правосторонняя асимметрия по длине, массе и объему яичка. Напротив, для мужчин брахиморфного типа телосложения (по схеме В.Н. Шевкуненко-1) и мужчин андроморфного типа (по схеме J. Tanner) характерно снижение частоты правостороннего преобладания и рост относительных показателей левосторонней асимметрии. Полученные данные позволяют предположить, что мужчины андроморфного типа телосложения в популяции чаще ассоциированы с пропорциями мужчин брахиморфного типа телосложения, что может объяснять сходство структуры билатеральной асимметрии орхидометрических показателей у данных групп.

Ранее другими авторами были предприняты попытки установления взаимосвязи между орхидометрическими параметрами и типами телосложения человека. Согласно классическому анатомическому труду В.Н. Шевкуненко и А.М. Геселевича, по форме яичек выделяют три типа: цилиндрические, яйцеобразные и грушевидные [79]. Однако в данной работе не приводится каких-либо данных о взаимосвязи формы яичек с типом телосложения.

В исследовании В.Ю. Бургарта и соавторов определялась взаимосвязь между размерами мужских гонад юношей и типами телосложения по схеме В.В. Бунака (1931) в модификации В.П. Чтецова (1978) [17]. Согласно их данным, наибольший суммарный объем яичек выявлен у юношей мускульного ($35,9 \pm 1,06$ см³), а наименьший ($30,8 \pm 0,57$ см³) у лиц неопределенного соматотипов, суммарный

объем яичек у юношей других соматотипов достоверно не отличался. Однако схема соматотипирования В.В. Бунака (1931) в модификации В.П. Чтецова (1978), наряду с устойчивым признаком узко- или широкосложенности, включает и координату развития мышечного и жирового компонентов. Поскольку эти компоненты изменчивы в течение жизни, использование данной схемы для интерпретации данных в анатомических исследованиях представляется недостаточно достоверным. Вследствие имеющихся фундаментальных методологических расхождений проведение сравнительного анализа данных представленного исследования с результатами, полученными в рамках нашей работы, не представляется возможным.

В клинической практике объем яичек рассчитывается с помощью математических формул на основе данных орхидометрии. Наибольшее распространение получили три основные формулы: эмпирическая формула, формула для объема эллипсоида и формула для объема вытянутого сфероида, в которые подставляются измеренные линейные параметры органа [222, 242]. Точность расчетных формул оценивали путем их сравнения с эталонным методом – водозамещением. Рассчитанные по формулам данные сравнивались с истинными значениями, полученными этим прямым методом измерения. Измерения объема яичка с использованием каждой из трех математических формул отличались от фактического его объема, который составил $17,22 \pm 5,48$ мл. Наименьшая разница средних значений присуща эмпирической формуле и в абсолютных значениях составляет $2,26 \pm 1,13$ мл ($13,47 \pm 0,18\%$). Несколько большая погрешность выявлена у формулы объема эллипсоида, аналогичный показатель которой составляет $2,98 \pm 1,3$ мл ($17,20 \pm 0,08\%$). Наибольшая погрешность выявлена у формулы вытянутого сфероида, аналогичный показатель которой составляет $10,71 \pm 8,34$ мл ($76,86 \pm 0,25\%$). Результаты нашего исследования согласуются с большинством исследований, где сообщается, что наиболее точной формулой для определения объема яичек по данным их линейных параметров является эмпирическая формула [222, 225, 234, 242]. Однако, по данным К. Lasiene с соавторами, при сравнении объема, измеренного методом вытеснения воды, с

результатами, полученными по трем формулам для расчета объема яичка, получили противоречивые результаты. В группе мужчин 18–50 лет средний объем обоих яичек, а также объемы правого и левого яичка, рассчитанные по формуле вытянутого эллипсоида и эмпирической формуле, достоверно отличались от объема, измеренного методом вытеснения воды ($p < 0,05$). Незначимое отличие от объема по методу вытеснения воды наблюдалось только для результатов, полученных по формуле вытянутого сфероида ($p > 0,05$). В группе мужчин 51–70 лет объемы, рассчитанные по формуле вытянутого сфероида и эмпирической формуле, достоверно отличались от объема по методу вытеснения воды ($p < 0,05$). Незначимое отличие в этой возрастной группе было у результатов, полученных по формуле вытянутого эллипсоида ($p > 0,05$). Полученные данные свидетельствуют о том, что эмпирическая формула совершенно не подходит для расчета объема яичка в обеих возрастных группах [88].

Результаты проведенного исследования выявили наличие статистически значимых взаимосвязей между различными значениями морфометрических параметров яичек. Анализ корреляций продемонстрировал, что такие ключевые показатели, как объем и масса яичек, достоверно взаимосвязаны со значениями параметров длины, ширины и толщины яичек, что согласуется с данными других исследований [46, 69, 105]. Выявленная корреляция между значениями линейных орхидометрических параметров и объемом яичек позволяет предположить возможность разработки собственной формулы для расчета объема яичек на основе их линейных размеров. С целью разработки новой расчетной формулы мы использовали множественный регрессионный анализ для установления зависимости объема яичка от его линейных размеров. Полученное уравнение регрессии имеет вид: $\text{объем яичка} = 0,4 \times \text{длина яичка} + 0,49 \times \text{ширина яичка} + 0,85 \times \text{толщина яичка} - 32,23$. При использовании полученного в настоящем исследовании уравнения регрессии разница средних значений в абсолютных величинах составляет $1,01 \pm 1,05$ мл ($6,86 \pm 0,38\%$), что доказывает ее большую точность, нежели общепринятых в клинике формул.

Таким образом, проведенное исследование позволило установить зависимость значений орхидометрических параметров от возраста, типов телосложения и их билатеральные различия. Динамика возрастных изменений носит независимый характер и не коррелирует с общепринятыми стадиями деления на возрастные группы. Выявленная корреляция размеров гонад с конституциональными типами, определяемыми по генетически стабильным схемам, имеет фундаментальное значение для антропологии. Разработанное уравнение регрессии для расчета объема яичка по значениям его линейных параметров (длины, ширины, толщины) обладает более высокой точностью, нежели применяемые в настоящее время формулы для определения объема яичка, и может быть рекомендована для использования в клинической практике.

ВЫВОДЫ

1. Анатомические особенности мужских половых желез проявляются в индивидуальной и билатеральной изменчивости их линейных показателей, массы и объема, а также в зависимости этих показателей от значений антропометрических параметров, возраста и типов телосложения. Средний объем правого яичка взрослых мужчин составляет $17,82 \pm 5,60$ мл, левого – $16,63 \pm 5,31$ мл, масса – $17,35 \pm 0,19$ г и $18,44 \pm 0,39$ г соответственно. Наиболее вариабельным линейным параметром является толщина яичка со средним значением в правом $17,78 \pm 2,76$ мм, в левом – $17,35 \pm 2,84$ мм, наименее вариабельными являются длина (правого яичка $45,60 \pm 4,72$ мм, левого – $46,92 \pm 4,89$ мм) и ширина (правого яичка $33,06 \pm 3,71$ мм, левого – $32,24 \pm 3,69$ мм). Достоверные билатеральные различия с правосторонним преобладанием присущи длине ($p < 0,01$), ширине, массе и объему яичек ($p < 0,05$).

2. С увеличением возраста у мужчин статистически значимо увеличивается ширина яичек, тогда как их длина и толщина уменьшаются ($p < 0,05$). С точки зрения наибольшей статистической достоверности констатации возрастных изменений анатомических размеров мужского яичка наиболее существенным индикатором является ширина правого яичка. У мужчин в возрасте 22–44 лет ее значения статистически высоко значимо меньше ($32,19 \pm 3,39$ мм), чем у мужчин 45–60 лет ($33,58 \pm 3,62$ мм, $p = 0,009$).

3. Орхидометрические показатели взрослых мужчин взаимосвязаны с типами телосложения. Толщина правого яичка у мужчин мезоморфного типа телосложения ($17,98 \pm 2,66$ мм) статистически значимо выше, чем у мужчин долихоморфного типа телосложения ($16,99 \pm 3,09$ мм, $p < 0,05$). У мужчин андроморфного типа телосложения масса и объем как левого, так и правого яичек статистически значимо превышают аналогичные показатели мужчин гинекоморфного типа телосложения. В последовательном ряду групп мужчин с разными типами телосложения андроморфы → мезоморфы → гинекоморфы статистически значимо снижаются длина левого яичка, длина и толщина правого яичка ($p < 0,05$).

4. Билатеральные различия орхидометрических показателей у мужчин различных типов телосложения проявляются как в значениях самих орхидометрических параметров, так и в структуре организации относительных и абсолютных показателей асимметрии. У мужчин долихоморфного и гинекоморфного типов телосложения наблюдается правостороннее преобладание по длине, массе и объему яичка. У мужчин брахиморфного и андроморфного типов телосложения, напротив, отмечается снижение частоты случаев правостороннего преобладания и увеличение доли левостороннего преобладания значений этих параметров.

5. Применение разработанного уравнения регрессии для определения объема яичка позволяет получить наиболее достоверные его значения по линейным параметрам по сравнению с используемыми в клинической практике эмпирическими формулами. Полученное в настоящем исследовании уравнение регрессии для расчета объема яичка имеет вид: $\text{объем яичка} = 0,401 \times \text{длина яичка} + 0,493 \times \text{ширина яичка} + 0,845 \times \text{толщина яичка} - 32,234$. При использовании уравнения разница средних значений вычисленного и фактического объема в абсолютных величинах составляет $1,01 \pm 1,05$ мл.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Полученные референсные значения орхидометрических показателей мужчин Ульяновской области могут быть использованы в урологической, андрологической, эндокринологической практике, а также в работе врачей-патологоанатомов и судебно-медицинских экспертов.

2. Выявленные конституциональные особенности размеров яичек могут применяться при клиническом обследовании пациентов.

3. Разработанное уравнение регрессии для определения объема яичка по его линейным параметрам может использоваться в клинической практике, в частности в урологии, андрологии, эндокринологии.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Основным научным направлением дальнейшего развития темы настоящего диссертационного исследования предполагается продолжение исследования на тканевом уровне, получение данных и анализ результатов морфометрического исследования отдельных структур стромы и паренхимы яичка у взрослых мужчин разных возрастных групп и разных типов телосложения для выявления структурной основы установленных на макроскопическом уровне морфометрических особенностей, в первую очередь, соотношений тканевых компонентов. Отдельным перспективным направлением является клиническая валидация полученных закономерностей возрастной динамики количественных анатомических профилей яичка с помощью ультразвуковых исследований, сопоставление этих данных с гормональным профилем, что позволит разработать комплексные возрастные референсные показатели. Разработка таких референсных данных для отдельных этно-территориальных групп мужского населения может также составить самостоятельное направление развития темы диссертации. Реализация всех перечисленных выше направлений обеспечит качественный переход от описательной морфометрии к персонализированной диагностике функциональных состояний и патологии мужского яичка.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

АПН СССР – Академия педагогических наук СССР

УЗИ – ультразвуковое исследование

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

N – число наблюдений (количество)

M – среднее арифметическое

σ – среднее квадратичное отклонение

m – ошибка среднего арифметического

ДИ – доверительный интервал

CV – коэффициент вариации

W – критерий нормальности распределения Шапиро – Уилка

R>L – правостороннее преобладание

L>R – левостороннее преобладание

R=L – билатеральное равенство

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автандилов, Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1990.
2. Азооспермия: этиология, патогенез, распространенность форм и алгоритм дифференциальной диагностики / Н. В. Иванов, К. З. Амандуллаев, Ш. К. Юсупова [и др.] // Акушерство, гинекология и репродукция. – 2025. – Т. 19, № 6. – С. 860-874.
3. Анализ антропометрических исследований лиц молодого возраста и определение весовых отличий юношей и девушек / З. С. Туаева, Я. Б. Владимирова, М. М. Тохсырова, С. Н. Бязрова // Электронный сборник научных трудов «Здоровье и образование в XXI веке». – 2009. – Т. 11, № 3. – С. 132-133.
4. Анализ качества жизни и удовлетворенности пациентов результатами тестикулярного протезирования / И. С. Шорманов, Д. Н. Щедров, Ю. С. Спасская, Д. Ю. Гарова // Урологические ведомости. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 23-33.
5. Анатомическая асимметрия репродуктивной системы женщины: эволюционная ошибка или полезная особенность? / А. А. Баландин, А. М. Димидова, А. С. Баландина, А. С. Кобелева // Клиническая и экспериментальная морфология. – 2025. – Т. 14, № 2. – С. 80-86.
6. Анатомо-физиологические и патофизиологические особенности нижних мочевых путей в гендерном и возрастном аспектах / И. С. Шорманов, А. С. Соловьев, И. А. Тюзиков, С. В. Куликов // Урологические ведомости. – 2021. – Т. 11, № 3. – С. 241-256.
7. Баландин, А. А. Сравнительный анализ линейных размеров яичника, определенных с помощью сонографии, в возрастном аспекте / А. А. Баландин, А. С. Кобелева, И. А. Баландина // Сибирский научный медицинский журнал. – 2023. – Т. 43, № 6. – С. 84-89.
8. Баландина, И. А. Конституциональные особенности нормальных размеров яичек у мужчин Пермского края / И. А. Баландина, А. В. Быков // [Пермь?: б. и.]. – 2009. – С. 1.

9. Балацук, Е. В. Органометрические показатели развития яичников у плодов и новорожденных детей при нормально протекающей беременности / Е. В. Балацук, Р. М. Хайруллин, С. А. Груздев // Артериальная гипертония: Ретроспектива и современность. Проблемы выживаемости в 21 веке : материалы 47-й межрегиональной научно-практической конференции медицинских работников. – 2012. – С. 514-515.
10. Бахтияров, Р. И. Билатеральная изменчивость мужских гонад по данным прямой орхидометрии / Р. И. Бахтияров // Морфологические ведомости. – 2025. – Т. 33, № 1. – С. id-917.
11. Бахтияров, Р. И. Возрастные изменения размеров яичек у мужчин / Р. И. Бахтияров // Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – Т. 13, № S2(50). – С. 77.
12. Бахтияров, Р. И. Конституциональные особенности размеров мужских гонад по данным прямой орхидометрии / Р. И. Бахтияров // Достижения отечественной морфологии : Материалы Всероссийской научной конференции (Сибирский морфологический форум-2025), посвященной 50-летию кафедры морфологии и общей патологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России. – Томск : Сибирский государственный медицинский университет, 2025. – С. 47-48.
13. Бахтияров, Р. И. Органометрические параметры мужских гонад по данным прямой орхидометрии / Р. И. Бахтияров // Морфологические ведомости. – 2024. – Т. 32, № 3. – С. id-905.
14. Бахтияров, Р. И. Симметричность линейных параметров яичек у мужчин / Р. И. Бахтияров // Анатомия в XXI веке – традиция и современность : Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 120-летию профессора М.Г. Привеса и 125-летию кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. – Санкт-Петербург–Воронеж: Научная книга, 2024. – С. 31-32.

15. Белохвостиков, Ю. П. Строение и изменчивость соединительнотканного остова яичка : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / Ю. П. Белохвостиков. – Иркутск, 1990. – 219 с.

16. Бугаевский, К. А. Половые соматотипы и явления маскулинизации у спортсменов, занимающихся толканием ядра / К. А. Бугаевский // Актуальные проблемы теории и практики спортивной тренировки и оздоровительной физической культуры : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Самара : ООО «Научно-технический центр», 2021. – С. 33-39.

17. Бургарт, В. Ю. Многофункциональная изменчивость яичек юношей разных соматотипов / В. Ю. Бургарт, Н. Н. Медведева, И. А. Зализняк // Сибирский медицинский обозреватель. – 2006. – Т. 39, № 2. – С. 50-52.

18. Бургарт, В. Ю. Морфофункциональные особенности половых органов юношей в зависимости от соматотипа : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / В. Ю. Бургарт. – Красноярск, 2006. – 141 с.

19. Вострикова, А. А. Роль рациона питания в улучшении фертильности при ожирении / А. А. Вострикова, Ю. В. Нелаева, А. А. Нелаева // Эндокринология. Новости. Мнения. Обучение. – 2025. – Т. 14, № 2. – С. 53-58.

20. Гайворонский, И. В. Половой член. Анатомия эректильной дисфункции / И. В. Гайворонский, И. А. Горячева, Ю. А. Матвиенко. – СПб. : СпецЛит, 2018. – 191 с.

21. Гайворонский, И. В. Антропометрическая оценка физического развития лиц молодого возраста / И. В. Гайворонский, А. А. Семенов, В. В. Криштоп // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – Т. 6, № 2. – С. 24.

22. Гормональные и генетические причины развития крипторхизма / Е. М. Орешкина, Н. В. Болотова, Т. Е. Пылаев [и др.] // Проблемы Эндокринологии. – 2023. – Т. 69, № 5. – С. 99-106.

23. Деревцова, С. Н. Восстановление произвольных движений верхней конечности у мужчин и женщин, перенесших инсульт, в зависимости от

соматотипа и пропорциональности телосложения / С. Н. Деревцова // Морфологические ведомости. – 2008. – № 1-2. – С. 149-151.

24. Деревцова, С. Н. Конституциональная изменчивость анатомии прямой кишки : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.02 / С. Н. Деревцова. – Красноярск, 1996. – 24 с.

25. Деревцова, С. Н. Половой диморфизм подкожной основы у представителей юношеского возраста / С. Н. Деревцова, Н. Н. Медведева // Сибирское медицинское обозрение. – 2021. – Т. 131, № 5. – С. 80-87.

26. Диагностика анатомических предпосылок интермиттирующего перекрута яичка / Д. Е. Саблин, В. В. Сизонов, И. М. Каганцов [и др.] // Вестник урологии. – 2024. – Т. 12, № 5. – С. 105-112.

27. Диагностика врожденной патологии полового развития у мальчиков с двусторонним паховым крипторхизмом в период мини-пубертата / Н. Ю. Райгородская, Н. В. Болотова, М. Л. Чехонацкая [и др.] // Проблемы Эндокринологии. – 2019. – Т. 65, № 4. – С. 236-242.

28. Дизрапторы как экологический фактор риска опухолей репродуктивной системы / Р. М. Хайруллин, Р. Т. Сулайманова, Л. И. Сулайманова, Р. И. Бахтияров // Медико-физиологические проблемы экологии человека: сборник научных трудов V Всероссийской конференции с международным участием. – Ульяновск : УлГУ, 2014. – С. 193-195.

29. Дмитриев, И. В. Некоторые аспекты присутствия частиц пластика в разных тканях организма человека / И. В. Дмитриев, Н. Б. Игнатова, С. Ю. Абросимов // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2025. – Т. 24, № 4. – С. 18-31.

30. Дубинская, В. А. Онтогенез и современные теории старения человека (обзор литературы) / В. А. Дубинская // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2015. – № 10. – С. 26-36.

31. Землянова, М. А. Гигиенические аспекты воздействия химических и физических факторов среды обитания на репродуктивное здоровье мужчин

фертильного возраста (обзор литературы) / М. А. Землянова, Ю. В. Кольдибекова, Д. М. Каменских // Гигиена и санитария. – 2025. – Т. 104, № 10. – С. 1296-1301.

32. Киросос, Э. Развитие 3D-биопринта: от органов до персонализированной медицины / Э. Киросос // Пациентоориентированная медицина и фармация. – 2025. – Т. 3, № 1. – С. 6-15.

33. Клинические рекомендации «Преждевременное половое развитие» / В. А. Петеркова, И. Л. Алимова, Е. Б. Башнина [и др.] // Проблемы Эндокринологии. – 2021. – Т. 67, № 5. – С. 84-103.

34. Клинический случай диагностики злокачественного образования яичка / С. В. Чевычелов, И. С. Слукина, Н. В. Мурачева, Г. К. Николаева // Вестник Медицинского института непрерывного образования. – 2024. – Т. 4, № 3. – С. 8-11.

35. Критерии ультразвуковой диагностики дисплазии соединительной ткани: новый признак со стороны репродуктивной системы / Ю. А. Кравцов, Ф. Ф. Антоненко, В. Г. Максимова, А. О. Донцова // Российский педиатрический журнал. – 2024. – Т. 27, № 3. – С. 22.

36. Крылов, А. А. Психология / А. А. Крылов. – Проспект, 2011. – 752 с.

37. Кузьмичева, Н. В. Загрязненность атмосферы как фактор ухудшения фертильности мужчин, проживающих в Ростовской области / Н. В. Кузьмичева, Д. М. Арбис, О. В. Назаренко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – Т. 141, № 3. – С. 1-7.

38. Кульченко, Н. Г. Мужское бесплодие в эпоху коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 / Н. Г. Кульченко, Н. К. Дружинина, Г. И. Мяндина // Исследования и практика в медицине. – 2022. – Т. 9, № 4. – С. 123-133.

39. Максинев, Д. В. Генитометрическая характеристика студентов-юношей / Д. В. Максинев // Sciences of Europe. – 2021. – Т. 63, № 2.

40. Маслякова, Г. Н. Современное представление о развитии и патологии яичек плода / Г. Н. Маслякова, Т. В. Палатова, А. А. Серкова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 11, № 4. – С. 511-514.

41. Морфологические особенности эмбриональных клеток Сертоли у человека на начальном этапе дифференцировки пола / В. Г. Кожухарь, М. Ю.

Скворцова, Ю. С. Петриченко, Г. Н. Визичканич // Медицина: теория и практика. – 2019. – Т. 4, № 5. – С. 255-256.

42. Новый способ дифференциальной диагностики гипогонадотропного гипогонадизма и конституциональной задержки полового развития у юношей 13,5–17 лет / Ю. Л. Скородок, И. Ю. Иоффе, Е. В. Плотникова [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2024. – Т. 70, № 6. – С. 106-117.

43. Нурмухаммедова, А. Современные достижения в генетике: от редактирования генома до персонализированной медицины / А. Нурмухаммедова // Инновационная наука. – 2025. – Т. 1, № 4. – С. 187-189.

44. Осложнения тестикулярного протезирования: анализ причин, хирургическая тактика, пути профилактики / И. С. Шорманов, Д. Н. Щедров, Ю. С. Спасская, Д. Ю. Гарова // Андрология и генитальная хирургия. – 2023. – Т. 24, № 4. – С. 135-143.

45. Основы антропометрии / В. А. Иванов, Д. А. Старчик, С. А. Круговихин, Е. А. Вавилова. – СПб. : ПСПбГМУ, 2019. – 56 с.

46. Особенности соматометрических и генитометрических показателей юношей республики саха (Якутия) / Л. И. Аржакова, Д. К. Гармаева, С. П. Винокурова [и др.] // Морфологические ведомости. – 2021. – Т. 29, № 4. – С. 40-46.

47. Оценка значения объема яичка как прогностического фактора наличия перекрута яичка у пациентов с острыми заболеваниями органов мошонки по данным мультицентрового исследования / Д. Е. Саблин, В. В. Сизонов, И. М. Каганцов [и др.] // Вятский медицинский вестник. – 2025. – Т. 87, № 3. – С. 75-78.

48. Патент № 2025626529 от 26.12.2025 Свидетельство о регистрации базы данных RU База данных орхидометрических показателей взрослых мужчин / Бахтияров Р.И., Хайруллин Р.М., Полиданов М.А.

49. Патент № 2025697850 от 26.12.2025 Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ Программа для расчета объема яичка / Хайруллин Р.М., Бахтияров Р.И., Полиданов М.А.

50. Петухов, А. Б. Медицинская антропология: анализ и перспективы развития в клинической практике / А. Б. Петухов, Д. Б. Никитюк, В. Н. Сергеев. – М. : ИД «Медпрактика-М», 2015. – 512 с.
51. Плохинский, М. А. Биометрия / М. А. Плохинский. – М. : МГУ, 1961. – 368 с.
52. Полетаев, А. Б. Превентивная медицина: введение в проблему / А. Б. Полетаев, О. В. Гринько // Медицинские новости. – 2024. – Т. 3, № 324. – С. 9-11.
53. Пренатальная динамика некоторых морфометрических показателей органов женской репродуктивной системы / Р. М. Хайруллин, Е. В. Балацук, С. А. Груздев, Н. И. Кан // V Съезд Российского общества детских патологов : труды. – 2012. – С. 280-284.
54. Пути повышения удовлетворенности пациентов при повторной имплантации протеза яичка: клинический случай, обзор литературы / А. И. Рыжков, С. Ю. Соколова, А. Н. Чирков, И. С. Шорманов // Андрология и генитальная хирургия. – 2024. – Т. 25, № 3. – С. 68-73.
55. Результаты использования шкалы TWIST у больных с острыми заболеваниями органов мошонки в регионах России / Д. Е. Саблин, В. В. Сизонов, И. М. Каганцов [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 185-190.
56. Седова, А. О. Негативное влияние фталатов на мужскую репродуктивную систему и фертильность / А. О. Седова, В. Б. Черных // Андрология и генитальная хирургия. – 2023. – Т. 24, № 2. – С. 19-30.
57. Сероухов, А. Ю. Мировой секулярный тренд размера наружных половых желез у мужчин: обзор и анализ литературы / А. Ю. Сероухов, А. А. Афоко, И. Э. Мамаев // Вестник урологии. – 2020. – Т. 8, № 1. – С. 75-91.
58. Сизонов, В. В. Острые заболевания и состояния органов мошонки у детей и подростков : руководство для врачей / В. В. Сизонов, М. И. Коган, И. М. Каганцов. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2025. – 104 с.

59. Синдром Циннера: серия случаев и обзор литературы / Д. А. Кушнерова, В. С. Тихонова, И. А. Блохин, А. П. Гончар // Архивъ внутренней медицины. – 2023. – Т. 13, № 5 (73). – С. 392-400.

60. Современные подходы к фиксации яичка после устранения внутриболоочечной тестикулярной торсии / Д. Е. Саблин, В. В. Сизонов, И. М. Каганцов [и др.] // Экспериментальная и клиническая урология. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 176-182.

61. Сочетание врожденной дисфункции коры надпочечников с болезнью Виллебранда / Г. Р. Сагитова, А. А. Антонова, О. В. Давыдова [и др.] // Медицинский совет. – 2025. – Т. 19, № 11. – С. 248-252.

62. Сравнительный анализ органомерических показателей мужских половых желез человека в различные возрастные периоды / Ю. Д. Алексеев, Е. Н. Савенкова, А. А. Ефимов, К. А. Райкова // БМИК. – 2015. – № 7.

63. Сравнительный анализ соматометрических и орхидометрических показателей юношей, проживающих в РС (Я), занимающихся и не занимающихся спортом / Л. И. Аржакова, Д. К. Гармаева, А. А. Лыткина [и др.] // Якутский медицинский журнал. – 2022. – Т. 79, № 3. – С. 112-115.

64. Структура ортопедической патологии у детей школьного возраста с нарушениями физического развития / А. И. Косыгина, А. А. Тихонова, Е. В. Чернышкова, С. А. Леднев // Российский педиатрический журнал. – 2024. – Т. 27, № 3. – С. 21-22.

65. Сулайманова, Р. Т. Особенности возрастной динамики морфометрических показателей гонад мужчин зрелого возраста / Р. Т. Сулайманова, Р. И. Бахтияров // Современные аспекты макро- и микроморфологии : сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения выдающегося анатоми педагога заслуженного деятеля науки РФ, профессора Валентина Сергеевича Сперанского. – Саратов : Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, 2025. – С. 107-109.

66. Тестикулярные импланты: прошлое, настоящее и будущее / А. И. Рыжков, С. Ю. Соколова, Д. Г. Почерников [и др.] // Лабораторная и клиническая медицина. Фармация. – 2024. – Т. 4, № 2. – С. 54-59.
67. Тешаев, Ш. Ж. Взаимозависимость антропометрических показателей и объёма яичек у лиц мужского пола, проживающих в г. Навои / Ш. Ж. Тешаев // Врач-аспирант. – 2007. – № 2. – С. 118-121.
68. Тип телосложения и морфологические особенности тела человека: научный обзор / В. В. Криштоп, И. В. Гайворонский, Л. М. Железнов [и др.] // Морфология. – 2023. – Т. 161, № 4. – С. 77-86.
69. Тихонов, Д. А. Анализ общей и билатеральной изменчивости орхидометрических показателей у лиц юношеского возраста / Д. А. Тихонов // Морфологические ведомости. – 2016. – Т. 24, № 1. – С. 84-90.
70. Тихонов, Д. А. Особенности взаимосвязей соматометрических и генитометрических показателей юношей и молодых мужчин : дис. ... канд. мед. наук : 14.03.01 / Д. А. Тихонов. – Симферополь, 2017. – 159 с.
71. Тихонов, Д. А. Анатомо-антропологические аспекты исследования изменчивости фаллометрических показателей здоровых мужчин / Д. А. Тихонов, Р. М. Хайруллин // Морфологические ведомости. – 2016. – Т. 24, № 2. – С. 52-59.
72. Фасенко, М. А. Репродуктивные нарушения у работников-мужчин при действии химического производственного фактора / М. А. Фасенко, Г. В. Голованева, Т. Ю. Мителева // Медицина труда и промышленная экология. – 2024. – Т. 64, № 8. – С. 531-541.
73. Хадарцева, К. А. Причины снижения фертильности в России (научный обзор литературы) / К. А. Хадарцева, Е. А. Малютина, Д. В. Иванов // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 42-62.
74. Хайруллин, Р. М. Органометрические показатели матки плодов и новорожденных детей 22–40 недель развития по данным патоморфологического исследования / Р. М. Хайруллин, Е. В. Балацук // Морфологические ведомости. – 2012. – № 1. – С. 67-74.

75. Чигринец, С. В. Влияние эндокринных дизрапторов бисфенола А и триклозана на качество спермы у мужчин и экспериментальных животных : 629–635 / С. В. Чигринец, Г. В. Брюхин // Казанский медицинский журнал. – 2019. – Т. 100, № 4.
76. Чигринец, С. В. Воздействие эндокринных дисрапторов на качество эякулята у мужчин / С. В. Чигринец, Г. В. Брюхин // Андрология и генитальная хирургия. – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 42-47.
77. Чтецов, В. П. Опыт объективной диагностики соматических типов на основе измерительных признаков у мужчин / В. П. Чтецов, И. Ю. Лутовинова, М. И. Уткина // Вопр. антропологии. – 1978. – № 58. – С. 3-22.
78. Чтецов, В. П. Морфология человека / В. П. Чтецов. – М. : МГУ, 1983. – 107 с.
79. Шевкуненко, В. Н. Типовая анатомия человека / В. Н. Шевкуненко, А. М. Геселевич. – М.–Л. : Биомедгиз. Ленинградское отделение, 1935. – 232 с.
80. Шорманов, И. С. Медико-социальные аспекты тестикулярного протезирования у взрослых и подростков / И. С. Шорманов, Д. Н. Щедров, Ю. С. Спасская // Урология. – 2024. – № 1. – С. 123-128.
81. Штефко, В. Г. Схемы клинической диагностики конституциональных типов / В. Г. Штефко, А. Д. Островский. – М.–Л. : Биомедгиз, 1929. – 79 с.
82. Юсупова, М. Б. Гистологические изменения семенников при различных патологиях / М. Б. Юсупова // Экономика и социум. – 2025. – Тт. 12-2, № 139. – С. 1683-1686.
83. A comparison of ultrasound-based testis volume with Prader orchidometry and stability of testis size relative to peers from birth to 28 weeks / H. B. Chin, T. H. Amabile, A. Kelly [et al.] // Andrology. – 2025. – Vol. 13, № 2. – P. 202-207.
84. A cross-sectional cadaveric study of the correlation between genital organ measurements, serum testosterone, and serum prostate-specific antigen levels in Japanese male subjects / Y. Takeshima, M. Suzuki, H. Ikegaya [et al.] // International Journal of Physiology, Pathophysiology and Pharmacology. – 2021. – Vol. 13, № 2. – P. 36-42.

85. Advances and Clinical Applications of Testicular Prostheses / F. Zhang, S. Gao, L. Xie [et al.] // *Andrologia*. – 2025. – Vol. 2025, № 1. – P. 5760800.
86. Age thresholds for changes in semen parameters in men / B. A. Stone, A. Alex, L. B. Werlin, R. P. Marrs // *Fertility and Sterility*. – 2013. – Vol. 100, № 4. – P. 952-958.
87. Age-related changes in human sperm DNA integrity / A. Rosiak-Gill, K. Gill, J. Jakubik [et al.] // *Aging*. – 2019. – Vol. 11, № 15. – P. 5399-5411.
88. Age-related morphological peculiarities of human testes / K. Lasiene, D. Gasiliunas, N. Juodziukyniene [et al.] // *Folia Morphologica*. – 2021. – Vol. 80, № 1. – P. 122-126.
89. Age-related structural and metabolic changes in the pelvic reproductive end organs / D. Well, H. Yang, M. Houseni [et al.] // *Seminars in Nuclear Medicine*. – 2007. – Vol. 37, № 3. – P. 173-184.
90. Anderson M. J. Sperm competition: motility and the midpiece in primates / M. J. Anderson, A. F. Dixson // *Nature*. – 2002. – Vol. 416. – Sperm competition. – № 6880. – P. 496.
91. Anogenital distance as a marker of androgen exposure in humans / A. Thankamony, V. Pasterski, K. K. Ong [et al.] // *Andrology*. – 2016. – Vol. 4, № 4. – P. 616-625.
92. Anogenital distance is associated with genital measures and seminal parameters but not anthropometrics in a large cohort of young adult men / C. Foresta, U. Valente, A. Di Nisio [et al.] // *Human Reproduction (Oxford, England)*. – 2018. – T. 33, № 9. – P. 1628-1635.
93. Associations of prenatal exposure to multiple metals with testicular volume and anogenital distance in infant boys: A longitudinal cohort study / L. Huang, S. Huang, X. Luo [et al.] // *Environment International*. – 2020. – Vol. 143. – Associations of prenatal exposure to multiple metals with testicular volume and anogenital distance in infant boys. – P. 105900.
94. Becker, M. Minipuberty: Why Does it Happen? / M. Becker, V. Hesse // *Hormone Research in Paediatrics*. – 2020. – T. 93. – Minipuberty. – № 2. – P. 76-84.

95. Bilateral asymmetry in bullfrog testes and fat bodies: correlations with steroidogenic activity, mast cells number and structural proteins / A. B. Dias, S. A. de Oliveira, P. S. Cerri, E. Sasso-Cerri // *Acta Histochemica*. – 2022. – Vol. 124. – Bilateral asymmetry in bullfrog testes and fat bodies. – № 3. – P. 151873.

96. Bio-Functional Sperm Parameters: Does Age Matter? / R. A. Condorelli, S. La Vignera, F. Barbagallo [et al.] // *Frontiers in Endocrinology*. – 2020. – Vol. 11. – Bio-Functional Sperm Parameters. – P. 558374.

97. Briskie, J. V. Testis size, sperm size and sperm competition / J. V. Briskie // *Reproductive biology and Phylogeny of Birds*. – New York : Science Publishers, 2007. – P. 513-551.

98. Calhim S. Intraspecific variation in testis asymmetry in birds: evidence for naturally occurring compensation / S. Calhim, T. R. Birkhead // *Proceedings. Biological Sciences*. – 2009. – Vol. 276. – Intraspecific variation in testis asymmetry in birds. – № 1665. – P. 2279-2284.

99. Calhim, S. Testis asymmetry in birds: The influences of sexual and natural selection / S. Calhim, R. Montgomerie // *Journal of Avian Biology*. – 2015. – Vol. 45, № 2. – P. 175-185.

100. Calloway, N. O. Uncertainties in geriatric data II: organ size / N. O. Calloway, C. F. Foley, P. Lagerbloom // *Journal of the American Geriatrics Society*. – 1965. – Vol. 13. – P. 20-28.

101. Chin, T. Testicular volume in Taiwanese boys / T. Chin, C. Liu, C. Wei // *Zhonghua Yi Xue Za Zhi = Chinese Medical Journal; Free China Ed.* – 1998. – Vol. 61, № 1. – P. 29-33.

102. Clinical measurement of testicular volume in adolescents: comparison of the reliability of 5 methods / E. Chipkevitch, R. T. Nishimura, D. G. Tu, M. Galea-Rojas // *The Journal of Urology*. – 1996. – Vol. 156. – Clinical measurement of testicular volume in adolescents. – № 6. – P. 2050-2053.

103. Cole, L. A. Biological functions of hCG and hCG-related molecules / L. A. Cole. – Text : electronic // *Reprod Biol Endocrinol*. – 2002. – Vol. 102. – № 8. – URL:

<https://rbej.biomedcentral.com/articles/10.1186/1477-7827-8-102> (date accessed: 19.11.2025).

104. Cortes, D. Proliferation of Sertoli cells during development of the human testis assessed by stereological methods / D. Cortes, J. Müller, N. E. Skakkebaek // *International Journal of Andrology*. – 1987. – Vol. 10, № 4. – P. 589-596.

105. Cut-off value of testes volume in young adults and correlation among testes volume, body mass index, hormonal level, and seminal profiles / J. Y. Bahk, J. H. Jung, L. M. Jin, S. K. Min // *Urology*. – 2010. – Vol. 75, № 6. – P. 1318-1323.

106. Czykier, E. Postnatal development of the European bison spermatogenesis / E. Czykier, B. Sawicki, M. Krasińska // *Acta Theriologica*. – 1999. – T. 44. – C. 77-90.

107. Decoding Mini-Puberty and Its Clinical Significance: A Narrative Review / A. Serbis, C. Kosmeri, N. Atzemoglou [et al.] // *Endocrines*. – 2025. – Vol. 6, № 2. – P. 28.

108. Diagnosis and Treatment of Infertility in Men: AUA/ASRM Guideline Part I / P. N. Schlegel, M. Sigman, B. Collura [et al.] // *The Journal of Urology*. – 2021. – Vol. 205. – Diagnosis and Treatment of Infertility in Men. – № 1. – P. 36-43.

109. Diamond, J. M. Ethnic differences. Variation in human testis size / J. M. Diamond // *Nature*. – 1986. – Vol. 320, № 6062. – P. 488-489.

110. Distribution of Semen Parameters Among Adolescent Males Undergoing Fertility Preservation in a Multicenter International Cohort / J. A. Halpern, N. Thirumavalavan, T. P. Kohn [et al.] // *Urology*. – 2019. – Vol. 127. – P. 119-123.

111. Does testis weight decline towards the Subarctic? A case study on the common frog, *Rana temporaria* / A. Hettyey, A. Laurila, G. Herczeg [et al.] // *Die Naturwissenschaften*. – 2005. – Vol. 92. – Does testis weight decline towards the Subarctic? – № 4. – P. 188-192.

112. Endocrine Disruption of Androgenic Activity by Perfluoroalkyl Substances: Clinical and Experimental Evidence / A. Di Nisio, I. Sabovic, U. Valente [et al.] // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2019. – Vol. 104. – Endocrine Disruption of Androgenic Activity by Perfluoroalkyl Substances. – № 4. – P. 1259-1271.

113. Estimating the testis volume during the fetal period using the stereological method / M. A. Malas, A. Gokcimen, O. Sulak, O. Candir // *Early Human Development*. – 2001. – Vol. 62, № 1. – P. 65-77.

114. European Association of Urology Guidelines on Male Sexual and Reproductive Health: 2025 Update on Male Hypogonadism, Erectile Dysfunction, Premature Ejaculation, and Peyronie's Disease / A. Salonia, P. Capogrosso, L. Boeri [et al.] // *European Urology*. – 2025. – Vol. 88. – European Association of Urology Guidelines on Male Sexual and Reproductive Health. – № 1. – P. 76-102.

115. European Association of Urology Guidelines on Testicular Cancer: 2023 Update / A. Patrikidou, W. Cazzaniga, D. Berney [et al.] // *European Urology*. – 2023. – Vol. 84. – European Association of Urology Guidelines on Testicular Cancer. – № 3. – P. 289-301.

116. Evaluation of selected semen parameters and biomarkers of male infertility – preliminary study / M. Kups, K. Gill, A. Rosiak-Gill [et al.] // *F1000Research*. – 2022. – T. 11. – P. 591.

117. Evaluation of testicular volume in males with congenital hypogonadotropic hypogonadism: a comparative analysis / K. B. Devi, U. Gorski, A. Lal [et al.] // *Endocrine*. – 2025. – Vol. 87. – Evaluation of testicular volume in males with congenital hypogonadotropic hypogonadism. – № 2. – P. 836-841.

118. Factors influencing testicular volume in young men: results of a community-based survey / J. H. Ku, M. E. Kim, Y. S. Jeon [et al.] // *BJU international*. – 2002. – Vol. 90. – Factors influencing testicular volume in young men. – № 4. – P. 446-450.

119. Fertility in the aging male: a systematic review / M. Jimbo, J. Kunisaki, M. Ghaed [et al.] // *Fertility and Sterility*. – 2022. – Vol. 118. – Fertility in the aging male. – № 6. – P. 1022-1034.

120. Frey, H. L. Synergy of abdominal pressure and androgens in testicular descent / H. L. Frey, S. Peng, J. Rajfer // *Biology of Reproduction*. – 1983. – Vol. 29, № 5. – P. 1233-1239.

121. Frey, R. A single functional testis and long deferent duct papillae: the peculiar male reproductive tract of the classically polyandrous, sex-role reversed Black

Coucal (*Centropus grillii*) / R. Frey, W. Goymann // *Ornithol.* – 2009. – Vol. 150. – P. 827-838.

122. Gonadal steroids and body composition, strength, and sexual function in men / J. S. Finkelstein, H. Lee, S.-A. M. Burnett-Bowie [et al.] // *The New England Journal of Medicine.* – 2013. – Vol. 369, № 11. – P. 1011-1022.

123. Growth and development of male external genitalia: a cross-sectional study of 6200 males aged 0 to 19 years / A. Tomova, F. Deepinder, R. Robeva [et al.] // *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine.* – 2010. – Vol. 164. – Growth and development of male external genitalia. – № 12. – P. 1152-1157.

124. Gurung, P. *Physiology, Male Reproductive System* / P. Gurung, E. Yetiskul, I. Jialal. – Text : electronic // StatPearls. – Treasure Island (FL) : StatPearls Publishing, 2025. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538429/> (date accessed: 19.11.2025).

125. Hallmarks of Testicular Aging: The Challenge of Anti-Inflammatory and Antioxidant Therapies Using Natural and/or Pharmacological Compounds to Improve the Physiopathological Status of the Aged Male Gonad / M. E. Matzkin, R. S. Calandra, S. P. Rossi [et al.] // *Cells.* – 2021. – Vol. 10. – Hallmarks of Testicular Aging. – № 11. – P. 3114.

126. Handelsman, D. J. Testicular size: the effects of aging, malnutrition, and illness / D. J. Handelsman, S. Staraj // *Journal of Andrology.* – 1985. – Vol. 6. – Testicular size. – № 3. – P. 144-151.

127. Harbitz, T. B. Testis weight and the histology of the prostate in elderly men. An analysis in an autopsy series / T. B. Harbitz // *Acta Pathologica Microbiologica Scandinavica Section A Pathology.* – 1973. – Vol. 81, № 2. – P. 148-158.

128. Hassan, M. A. M. Effect of male age on fertility: evidence for the decline in male fertility with increasing age / M. A. M. Hassan, S. R. Killick // *Fertility and Sterility.* – 2003. – Vol. 79. – Effect of male age on fertility. – P. 1520-1527.

129. High frequency of sub-optimal semen quality in an unselected population of young men / A. G. Andersen, T. K. Jensen, E. Carlsen [et al.] // *Human Reproduction (Oxford, England).* – 2000. – T. 15, № 2. – P. 366-372.

130. Hutson, J. M. A biphasic model for the hormonal control of testicular descent / J. M. Hutson // *Lancet* (London, England). – 1985. – Vol. 2, № 8452. – P. 419-421.

131. Hypogonadism in patients with chronic obstructive pulmonary disease: relationship with airflow limitation, muscle weakness and systemic inflammation / R. G. Daabis, R. N. Rehem, M. M. Hassan, G. I. Khalil // *Alexandria Journal of Medicine*. – 2016. – Vol. 52, № 1. – P. 27-33.

132. Identification in rats of a programming window for reproductive tract masculinization, disruption of which leads to hypospadias and cryptorchidism / M. Welsh, P. T. K. Saunders, M. Fisker [et al.] // *The Journal of Clinical Investigation*. – 2008. – Vol. 118, № 4. – P. 1479-1490.

133. Insulin-like factor 3 levels in cord blood and serum from children: effects of age, postnatal hypothalamic-pituitary-gonadal axis activation, and cryptorchidism / K. Bay, H. E. Virtanen, S. Hartung [et al.] // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2007. – Vol. 92. – Insulin-like factor 3 levels in cord blood and serum from children. – № 10. – P. 4020-4027.

134. Jit, I. Weight of the testes in Northwest Indian adults / I. Jit, null Sanjeev // *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Council*. – 1991. – Vol. 3, № 6. – P. 671-676.

135. Johnson, L. Influence of age on sperm production and testicular weights in men / L. Johnson, C. S. Petty, W. B. Neaves // *Journal of Reproduction and Fertility*. – 1984. – Vol. 70, № 1. – P. 211-218.

136. Kalyani, R. R. Male hypogonadism in systemic disease / R. R. Kalyani, S. Gavini, A. S. Dobs // *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*. – 2007. – Vol. 36, № 2. – P. 333-348.

137. Khayrullin, R. The study of human testicular dimensions according to the data of forensic medical examinations / R. Khayrullin, R. Bakhtiyarov // *Journal of Anatomy*. – 2024. – Vol. 245, № 5. – P. 808.

138. Kiely, E. A. Scientific basis of testicular descent and management implications for cryptorchidism / E. A. Kiely // *The British Journal of Clinical Practice*. – 1994. – Vol. 48, № 1. – P. 37-41.

139. Kilcoyne, K. R. Effect of environmental and pharmaceutical exposures on fetal testis development and function: a systematic review of human experimental data / K. R. Kilcoyne, R. T. Mitchell // Human Reproduction Update. – 2019. – Vol. 25. – Effect of environmental and pharmaceutical exposures on fetal testis development and function. – № 4. – P. 397-421.
140. Kilcoyne, K. R. Fertility preservation: Testicular transplantation for fertility preservation: clinical potential and current challenges / K. R. Kilcoyne, R. T. Mitchell // Reproduction (Cambridge, England). – 2019. – Vol. 158. – FERTILITY PRESERVATION. – № 5. – P. F1-F14.
141. Kim, T. B. Larger Testicular Volume Is Independently Associated with Favorable Indices of Lung Function / T. B. Kim, I. N. Park // Tuberculosis and Respiratory Diseases. – 2017. – Vol. 80, № 4. – P. 385-391.
142. Kollin, C. Testicular volume at puberty in boys with congenital cryptorchidism randomised to treatment at different ages / C. Kollin, A. Nordenskjöld, M. Ritzén // Acta Paediatrica (Oslo, Norway: 1992). – 2024. – Vol. 113, № 8. – P. 1949-1956.
143. Kothari, L. K. Effect of ageing on the volume, structure and total Leydig cell content of the human testis / L. K. Kothari, A. S. Gupta // International Journal of Fertility. – 1974. – Vol. 19, № 3. – P. 140-146.
144. Kühnert, B. Reproductive functions of the ageing male / B. Kühnert, E. Nieschlag // Human Reproduction Update. – 2004. – Vol. 10, № 4. – P. 327-339.
145. Kuiri-Hänninen, T. Activation of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis in infancy: minipuberty / T. Kuiri-Hänninen, U. Sankilampi, L. Dunkel // Hormone Research in Paediatrics. – 2014. – Vol. 82. – Activation of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis in infancy. – № 2. – P. 73-80.
146. Lachiewicz, A. M. Do young boys with fragile X syndrome have macroorchidism? / A. M. Lachiewicz, D. V. Dawson // Pediatrics. – 1994. – Vol. 93, № 6 Pt 1. – P. 992-995.
147. Liang, L. L. Reproductive System / L. L. Liang // In Utero Pediatrics. – Singapore : Springer, Singapore, 2023.

148. Lin, C.-C. Measurement of testicular volume in smaller testes: how accurate is the conventional orchidometer? / C.-C. Lin, W. J. S. Huang, K.-K. Chen // *Journal of Andrology*. – 2009. – Vol. 30. – Measurement of testicular volume in smaller testes. – № 6. – P. 685-689.

149. Longitudinal effects of aging on serum total and free testosterone levels in healthy men. Baltimore Longitudinal Study of Aging / S. M. Harman, E. J. Metter, J. D. Tobin [et al.] // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2001. – Vol. 86. – № 2. – P. 724-731.

150. Lotti, F. Ultrasound of the male genital tract in relation to male reproductive health / F. Lotti, M. Maggi // *Human Reproduction Update*. – 2015. – Vol. 21, № 1. – P. 56-83.

151. Magnetic resonance imaging based deep-learning model: a rapid, high-performance, automated tool for testicular volume measurements / K. Sun, C. Fan, Z. Feng [et al.] // *Frontiers in Medicine*. – 2023. – Vol. 10. – Magnetic resonance imaging based deep-learning model. – P. 1277535.

152. Magnetic resonance imaging is a complementary method to stereological measurement of testicular volume / S. Kabay, M. Yucel, H. Ozden [et al.] // *Urology*. – 2009. – Vol. 73, № 5. – P. 1131-1135.

153. Mahul, B. A. Leydig Cell Tumors / B. A. Mahul, K. T. Satish // *Diagnostic Pathology, Diagnostic Pathology: Genitourinary*. – Elsevier, 2016. – P. 824-827.

154. Mahul, B. A. Nonspecific Granulomatous Orchitis / B. A. Mahul, K. T. Satish // *Diagnostic Pathology, Diagnostic Pathology: Genitourinary*. – Elsevier, 2016. – P. 744-745.

155. Makiyan, Z. Systematization of ambiguous genitalia / Z. Makiyan // *Organogenesis*. – 2016. – Vol. 12, № 4. – P. 169-182.

156. Malas, M. A. The growth of the testes during the fetal period / M. A. Malas, O. Sulak, A. Oztürk // *BJU international*. – 1999. – Vol. 84, № 6. – P. 689-692.

157. Male age is associated with sperm DNA/chromatin integrity / A. Deenadayal Mettler, M. Govindarajan, S. Srinivas [et al.] // *The Aging Male: The Official Journal of*

the International Society for the Study of the Aging Male. – 2020. – Vol. 23, № 5. – P. 822-829.

158. Male age is more critical to sperm DNA integrity than routine semen parameters in Chinese infertile males / L.-Y. Guo, H. Zhou, M. Liu [et al.] // *Andrologia*. – 2020. – Vol. 52, № 1. – P. e13449.

159. Male external genitalia growth curves and charts for children and adolescents aged 0 to 17 years in Chongqing, China / Y.-N. Wang, Q. Zeng, F. Xiong, Y. Zeng // *Asian Journal of Andrology*. – 2018. – Vol. 20, № 6. – P. 567-571.

160. Mansfield, A. K. Genital manifestations of body dysmorphic disorder in men: a review / A. K. Mansfield // *Fertility and Sterility*. – 2020. – Vol. 113. – Genital manifestations of body dysmorphic disorder in men. – № 1. – P. 16-20.

161. Marshall, F. F. Embryology of the lower genitourinary tract / F. F. Marshall // *The Urologic Clinics of North America*. – 1978. – Vol. 5, № 1. – P. 3-15.

162. Measurement of testicular volume by ultrasonography / H. Fuse, M. Takahara, H. Ishii [et al.] // *International Journal of Andrology*. – 1990. – Vol. 13, № 4. – P. 267-272.

163. Merrill, R. M. Comparing the Strength of Associations Between Male Genital Problems and Mental Illnesses and Sleep Disorders / R. M. Merrill, D. Song, M. K. Ashton // *American Journal of Men's Health*. – 2024. – Vol. 18, № 1. – P. 15579883241228243.

164. Mini-Puberty, Physiological and Disordered: Consequences, and Potential for Therapeutic Replacement / J. Rohayem, E. C. Alexander, S. Heger [et al.] // *Endocrine Reviews*. – 2024. – Vol. 45. – Mini-Puberty, Physiological and Disordered. – № 4. – P. 460-492.

165. Mitchell, R. T. Testicular tissue re-implantation and the 'hostile testis' / R. T. Mitchell, J. Ives // *Human reproduction (Oxford, England)*. – 2023. – Vol. 39, № 2. – P. 282-284.

166. Mittwoch, U. Comparison of development of human fetal gonads and kidneys / U. Mittwoch, S. Mahadevaiah // *Journal of Reproduction and Fertility*. – 1980. – Vol. 58, № 2. – P. 463-467.

167. Møller, A. P. Directional selection on directional asymmetry: testes size and secondary sexual characters in birds / A. P. Møller // *Proceedings: Biological Sciences*. – 1994. – Vol. 258, № 1352. – P. 147-151.
168. Moore, K. L. *The Developing Human (Clinically Oriented Embryology)* / K. L. Moore, T. V. N. Persaud. – 5. – Philadelphia : WB Saunders & Co., 1993. – 560 p.
169. Normative values for testicular volume measured by ultrasonography in a normal population from infancy to adolescence / J. Goede, W. W. M. Hack, K. Sijstermans [et al.] // *Hormone Research in Paediatrics*. – 2011. – Vol. 76, № 1. – P. 56-64.
170. Nose size indicates maximum penile length / H. Ikegaya, M. Suzuki, H. Kondou [et al.] // *Basic and Clinical Andrology*. – 2021. – Vol. 31, № 1. – P. 3.
171. O'Donnell, L. Sertoli cells as key drivers of testis function / L. O'Donnell, L. B. Smith, D. Rebourcet // *Seminars in Cell & Developmental Biology*. – 2022. – Vol. 121. – P. 2-9.
172. Oatley, J. M. The germline stem cell niche unit in mammalian testes / J. M. Oatley, R. L. Brinster // *Physiological Reviews*. – 2012. – Vol. 92, № 2. – P. 577-595.
173. Occupational exposure to pesticides, reproductive hormone levels and sperm quality in young Brazilian men / C. Cremonese, C. Piccoli, F. Pasqualotto [et al.] // *Reproductive Toxicology* (Elmsford, N.Y.). – 2017. – Vol. 67. – P. 174-185.
174. One-year follow-up of penis and testis sizes of healthy Turkish male newborns / S. Semiz, K. Küçüktaşçi, M. Zencir, O. Sevinç // *The Turkish Journal of Pediatrics*. – 2011. – Vol. 53, № 6. – P. 661-665.
175. Penile Length and Aging / T. El-Ammawi, K. Osman, M. Ragaie, H. Barakat // *Minia Journal of Medical Research*. – 2020. – Vol. 31, № 1. – P. 282-283.
176. Penile length and somatometric parameters: a study in healthy young Turkish men / Y. Aslan, A. Atan, A. Omur Aydın [et al.] // *Asian Journal of Andrology*. – 2011. – Vol. 13. – Penile length and somatometric parameters. – № 2. – P. 339-341.
177. Penile Length and Testicular Volume in Newborns / R. Mondal, S. Ray, K. Chatterjee [et al.] // *Indian Journal of Pediatrics*. – 2016. – Vol. 83, № 12-13. – P. 1398-1404.

178. Perheentupa, A. Aging of the human ovary and testis / A. Perheentupa, I. Huhtaniemi // *Molecular and Cellular Endocrinology*. – 2009. – Vol. 299, № 1. – P. 2-13.
179. Pitcher, T. E. Sperm competition and the evolution of testes size in birds / T. E. Pitcher, P. O. Dunn, L. A. Whittingham // *Journal of Evolutionary Biology*. – 2005. – Vol. 18. – № 3. – P. 557-567.
180. Prader, A. Testicular size: assessment and clinical importance / A. Prader // *Triangle; the Sandoz Journal of Medical Science*. – 1966. – Vol. 7, № 6. – P. 240-243.
181. Prenatal morphometric study of human fetal testis / K. Amandeep, K. Kanchan, K. S. Mahesh, J. P. Jessy // *Global journal for research analysis*. – 2020. – Vol. 9, № 8.
182. Prenatal phthalate exposure and reproductive function in young men / J. Axelsson, L. Rylander, A. Rignell-Hydbom [et al.] // *Environmental Research*. – 2015. – Vol. 138. – P. 264-270.
183. Prevalence of carcinoma in situ and other histopathological abnormalities in testes of men with a history of cryptorchidism / A. Giwercman, E. Bruun, C. Frimodt-Møller, N. E. Skakkebaek // *The Journal of Urology*. – 1989. – Vol. 142, № 4. – P. 998-1001: discussion 1001-1002.
184. Prins, G. S. Accessory sex glands in the male / G. S. Prins, M. Lindgren // *Knobil and Neill's physiology of reproduction*. – New York: Academic Press, 2015. – P. 773-804.
185. Pubertal testicular volume references for ruler, orchidometer, and ultrasonography measurements based on a longitudinal follow-up / M. Koskela, H. E. Virtanen, W. Rodprasert [et al.] // *Andrology*. – 2024. – Vol. 12, № 8. – P. 1771-1779.
186. Rand, A. L. Testicular asymmetry in the Madagascar coucal / A. L. Rand // *The Auk*. – 1933. – Vol. 50, № 2. – P. 219-220.
187. Relationship of testicular volume to semen profiles and serum hormone concentrations in infertile Japanese males / T. Arai, S. Kitahara, S. Horiuchi [et al.] // *International Journal of Fertility and Women's Medicine*. – 1998. – Vol. 43, № 1. – P. 40-47.

188. Reproductive hormone profile and pubertal development in 14-year-old boys prenatally exposed to polychlorinated biphenyls / P. Grandjean, C. Grønlund, I. M. Kjær [et al.] // *Reproductive Toxicology* (Elmsford, N.Y.). – 2012. – Vol. 34, № 4. – P. 498-503.

189. Reproductive tract morphology and symmetry of farmed common eland (*Tragelaphus oryx*) bulls, and their relationship with secondary sexual traits and social rank / J. Consolacion, F. Ceacero, A. S. Musa [et al.] // *Animal Reproduction Science*. – 2024. – Vol. 263. – P. 107438.

190. Role of Imaging in the Evaluation of Male Infertility / P. K. Mittal, B. Little, P. A. Harri [et al.] // *Radiographics: A Review Publication of the Radiological Society of North America, Inc.* – 2017. – Vol. 37, № 3. – P. 837-854.

191. Rouiller-Fabre, V. Effects of endocrine disruptors on the human fetal testis / V. Rouiller-Fabre, R. Habert, G. Livera // *Annales D'endocrinologie*. – 2014. – Vol. 75, № 2. – P. 54-57.

192. Rozanski, T. A. The undescended testis. Theory and management / T. A. Rozanski, D. A. Bloom // *The Urologic Clinics of North America*. – 1995. – Vol. 22, № 1. – P. 107-118.

193. Sakamoto, H. Relationship between testicular volume and testicular function: comparison of the Prader orchidometric and ultrasonographic measurements in patients with infertility / H. Sakamoto, Y. Ogawa, H. Yoshida // *Asian Journal of Andrology*. – 2008. – Vol. 10. – Relationship between testicular volume and testicular function. – № 2. – P. 319-324.

194. Sarila, G. Testicular descent: A review of a complex, multistaged process to identify potential hidden causes of UDT / G. Sarila, J. M. Hutson, J. Vikraman // *Journal of Pediatric Surgery*. – 2022. – Vol. 57. – Testicular descent. – № 3. – P. 479-487.

195. Schill, W. B. Fertility and sexual life of men after their forties and in older age / W. B. Schill // *Asian Journal of Andrology*. – 2001. – Vol. 3, № 1. – P. 1-7.

196. Schonfeld, W. A. Normal Growth and Variation in the Male Genitalia from Birth to Maturity / W. A. Schonfeld, G. W. Beebe // *Journal of Urology*. – 1942. – Vol. 48, № 6. – P. 563-800.

197. Scrotal asymmetry and handedness / K. S. Chang, F. K. Hsu, S. T. Chan, Y. B. Chan // *Journal of Anatomy*. – 1960. – Vol. 94, № Pt 4. – P. 543-548.
198. Second to fourth digit ratio: a predictor of adult penile length / I. H. Choi, K. H. Kim, H. Jung [et al.] // *Asian Journal of Andrology*. – 2011. – Vol. 13. – Second to fourth digit ratio. – № 5. – P. 710-714.
199. Second to fourth digit ratio: a predictor of adult testicular volume / J. K. Oh, K. T. Kim, S. J. Yoon [et al.] // *Andrology*. – 2014. – Vol. 2. – Second to fourth digit ratio. – № 6. – P. 862-867.
200. Setchell, B. P. Postnatal testicular development, cellular organization and paracrine regulation / B. P. Setchell, T. Hertel, O. Söder // *Endocrine Development*. – 2003. – Vol. 5. – P. 24-37.
201. Sharpe, R. M. Perinatal determinants of adult testis size and function / R. M. Sharpe // *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. – 2006. – Vol. 91, № 7. – P. 2503-2505.
202. Significance of testicular size measurement in andrology. I. A new orchimeter and its clinical application / H. Takihara, J. Sakatoku, M. Fujii [et al.] // *Fertility and Sterility*. – 1983. – Vol. 39, № 6. – P. 836-840.
203. Significance of testicular size measurement in andrology: II. Correlation of testicular size with testicular function / H. Takihara, M. J. Cosentino, J. Sakatoku, A. T. Cockett // *The Journal of Urology*. – 1987. – Vol. 137. – Significance of testicular size measurement in andrology. – № 3. – P. 416-419.
204. Size matters: Total testicular volume predicts sperm count in Tanner V varicocele patients / A. H. Fang, I. Franco, J. M. Pizzuti [et al.] // *Journal of Pediatric Urology*. – 2024. – Vol. 20. – Size matters. – № 5. – P. 960-966.
205. Size of external genital organs and somatometric parameters among physically normal men younger than 40 years old / E. Spyropoulos, D. Borousas, S. Mavrikos [et al.] // *Urology*. – 2002. – Vol. 60, № 3. – P. 485-489; discussion 490-491.
206. Sobowale, O. B. Testicular volume and seminal fluid profile in fertile and infertile males in Ilorin, Nigeria / O. B. Sobowale, O. Akiwumi // *International Journal of*

Gynaecology and Obstetrics: The Official Organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics. – 1989. – Vol. 28, № 2. – P. 155-161.

207. Sperm competition selects beyond relative testes size in birds / S. Lüpold, G. M. Linz, J. W. Rivers [et al.] // *Evolution; International Journal of Organic Evolution*. – 2009. – Vol. 63, № 2. – P. 391-402.

208. Sperm concentration and normal sperm morphology decrease and follicle-stimulating hormone level increases with age / F. F. Pasqualotto, B. P. Sobreiro, J. Hallak [et al.] // *BJU international*. – 2005. – Vol. 96, № 7. – P. 1087-1091.

209. Spermatogenesis in humans and its affecting factors / F. T. L. Neto, P. V. Bach, B. B. Najari [et al.] // *Seminars in Cell & Developmental Biology*. – 2016. – Vol. 59. – P. 10-26.

210. Spermaturation and serum hormone concentrations at the age of puberty in boys prenatally exposed to polychlorinated biphenyls / N. M. Mol, N. Sørensen, P. Weihe [et al.] // *European Journal of Endocrinology*. – 2002. – Vol. 146, № 3. – P. 357-363.

211. Spreading the clinical window for diagnosing fetal-onset hypogonadism in boys / R. P. Grinspon, N. Loreti, D. Braslavsky [et al.] // *Frontiers in Endocrinology*. – 2014. – Vol. 5. – P. 51.

212. Study of the normal internal organ weights in Tehran's population / A. Sheikhezadi, S. S. Sadr, M. H. Ghadyani [et al.] // *Journal of Forensic and Legal Medicine*. – 2010. – Vol. 17, № 2. – P. 78-83.

213. Subhalakshmi, W. Development and Morphogenesis of Testis in Human Fetuses / W. Subhalakshmi, S. S. Arunchandra, D. Ningthoujam // *Journal of Anatomical Society of India*. – 2011. – Vol. 60, № 2. – P. 160-167.

214. Tanner, J. M. Current advances in the study of physique: photogrammetric anthropometry and an androgyny scale / J. M. Tanner // *The Lancet*. – Vol. 257, № 6654. – P. 574-579.

215. Tenover, J. S. Declining testicular function in aging men / J. S. Tenover // *International Journal of Impotence Research*. – 2003. – Vol. 15 Suppl 4. – P. S3-8.

216. Testicular cancer trends as “whistle blowers” of testicular developmental problems in populations / N. E. Skakkebaek, E. Rajpert-De Meyts, N. Jørgensen [et al.]

// International Journal of Andrology. – 2007. – Vol. 30, № 4. – P. 198-204; discussion 204-205.

217. Testicular index: clinical, applicable tool to predict pregnancy in men with idiopathic infertility under FSH treatment / D. Santi, R. Scafa, G. Spaggiari [et al.] // Journal of Endocrinological Investigation. – 2025. – Vol. 48. – Testicular index. – № 9. – P. 2187-2196.

218. Testicular prostheses – impact on quality of life and sexual function / A. S. Araújo, S. Anacleto, R. Rodrigues [et al.] // Asian Journal of Andrology. – 2024. – Vol. 26, № 2. – P. 160-164.

219. Testicular volume in infertile versus fertile white-European men: a case-control investigation in the real-life setting / L. Boeri, P. Capogrosso, E. Ventimiglia [et al.] // Asian Journal of Andrology. – 2021. – Vol. 23. – Testicular volume in infertile versus fertile white-European men. – № 5. – P. 501-509.

220. Testicular volume in Japanese boys up to the age of 15 years / N. Matsuo, M. Anzo, S. Sato [et al.] // European Journal of Pediatrics. – 2000. – Vol. 159, № 11. – P. 843-845.

221. Testicular volume in relation to hormonal indices of gonadal function in community-dwelling elderly men / A. M. Mahmoud, S. Goemaere, Y. El-Garem [et al.] // The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. – 2003. – Vol. 88, № 1. – P. 179-184.

222. Testicular volume measurement: comparison of ultrasonography, orchidometry, and water displacement / H. Sakamoto, K. Saito, M. Oohta [et al.] // Urology. – 2007. – Vol. 69. – Testicular volume measurement. – № 1. – P. 152-157.

223. Testicular volume of healthy term neonates: Determination of normative values among Igbo babies in South-Eastern Nigeria / U. N. Chikani, M. U. Ibekwe, J. M. Chinawa, G. N. Adimora // Nigerian Journal of Clinical Practice. – 2016. – Vol. 19. – Testicular volume of healthy term neonates. – № 1. – P. 85.

224. Testicular volume variations from 0 to 28 years of age / J. Béres, G. Papp, I. Pazonyi, E. Czeizel // International Urology and Nephrology. – 1989. – Vol. 21, № 2 – P. 159-167.

225. Testicular volume: comparison of orchidometer and US measurements in dogs / H. J. Paltiel, D. A. Diamond, J. Di Canzio [et al.] // *Radiology*. – 2002. – Vol. 222. – Testicular volume. – № 1. – P. 114-119.

226. Testicular volume: correlation of ultrasonography, orchidometer and caliper measurements in children / L.-J. C. Anyanwu, O. A. Sowande, C. M. Asaleye [et al.] // *African Journal of Urology*. – 2020. – Vol. 26, № 1. – P. 6.

227. Testing the Role of Natural and Sexual Selection on Testes Size Asymmetry in Anurans / S. Chen, Y. Jiang, L. Jin, W. Liao // *Biology*. – 2023. – Vol. 12, № 2. – P. 151.

228. Testis weight, body weight and breeding system in primates / A. H. Harcourt, P. H. Harvey, S. G. Larson, R. V. Short // *Nature*. – 1981. – Vol. 293, № 5827. – P. 55-57.

229. The application of polypropylene mesh for testicular prosthesis in surgical castration for patients with prostate cancer / Y.-H. Xia, W. Huang, C.-X. Yu [et al.] // *World Journal of Surgical Oncology*. – 2019. – Vol. 17, № 1. – P. 165.

230. The effects of aging on semen parameters and sperm DNA fragmentation / V. Pino, A. Sanz, N. Valdés [et al.] // *JBRA assisted reproduction*. – 2020. – Vol. 24, № 1. – P. 82-86.

231. The European Academy of Andrology (EAA) ultrasound study on healthy, fertile men: An overview on male genital tract ultrasound reference ranges / F. Lotti, F. Frizza, G. Balercia [et al.] // *Andrology*. – 2022. – Vol. 10 Suppl 2. – The European Academy of Andrology (EAA) ultrasound study on healthy, fertile men. – № Suppl 2. – P. 118-132.

232. The European Academy of Andrology (EAA) ultrasound study on healthy, fertile men: clinical, seminal and biochemical characteristics / F. Lotti, F. Frizza, G. Balercia [et al.] // *Andrology*. – 2020. – T. 8. – The European Academy of Andrology (EAA) ultrasound study on healthy, fertile men. – № 5. – P. 1005-1020.

233. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen / J. T. Manning, D.

Scutt, J. Wilson, D. I. Lewis-Jones // Human Reproduction (Oxford, England). – 1998. – Vol. 13. – The ratio of 2nd to 4th digit length. – № 11. – P. 3000-3004.

234. The reliability of ultrasonographic measurements for testicular volume assessment: comparison of three common formulas with true testicular volume / M. L. Hsieh, S. T. Huang, H. C. Huang [et al.] // Asian journal of andrology. – 2009. – Vol. 11. – № 2. – P. 261-265.

235. The use of testicular prostheses in boys / P. Osemlak, G. Jędrzejewski, C. Cielecki [et al.] // Medicine. – 2018. – Vol. 97, № 52. – P. e13911.

236. Ting, T. H. Penile length of term newborn infants in multiracial Malaysia / T. H. Ting, L. L. Wu // Singapore Medical Journal. – 2009. – Vol. 50, № 8. – P. 817-821.

237. Trends in the use of testicular prostheses in Germany: a total population analysis from 2006-2021 / C. Aksoy, P. Reimold, P. Karschuck [et al.] // Andrology. – 2024. – Vol. 12. – Trends in the use of testicular prostheses in Germany. – № 6. – P. 1209-1214.

238. Ultrasonic testicular size of 24,440 adult Vietnamese men and the correlation with age and hormonal profiles / B. Nguyen Hoai, L. Hoang, D. Tran [et al.] // Andrologia. – 2022. – Vol. 54, № 2. – P. e14333.

239. Ultrasonographic assessment of testicular volume in Japanese newborn infants / A. Shirakawa, T. Yasui, C. Machida [et al.] // The journal of medical investigation: JMI. – 2022. – Vol. 69, № 3.4. – P. 256-260.

240. Ultrasonographically determined size of seminiferous tubules predicts sperm retrieval by microdissection testicular sperm extraction in men with nonobstructive azoospermia / S. Nariyoshi, K. Nakano, G. Sukegawa [et al.] // Fertility and Sterility. – 2020. – Vol. 113, № 1. – P. 97-104.e2.

241. Ultrasound assessment of testicular volume - An interobserver variability study / M. R. V. Pedersen, P. O. Otto, M. Fredslund [et al.] // Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences. – 2023. – Vol. 54, № 4. – P. 692-698.

242. Ultrasound measurements of testicular volume: Comparing the three common formulas with the true testicular volume determined by water displacement / T.

U. Mbaeri, J. C. Orakwe, A. M. E. Nwofor [et al.] // African Journal of Urology. – 2013. – Vol. 19, № 2. – P. 69-73.

243. Ultrastructure of the aging human testis / R. Paniagua, M. Nistal, F. J. Sáez, B. Fraile // Journal of Electron Microscopy Technique. – 1991. – Vol. 19, № 2. – P. 241-260.

244. Up-To-Date Review About Minipuberty and Overview on Hypothalamic-Pituitary-Gonadal Axis Activation in Fetal and Neonatal Life / L. Lanciotti, M. Cofini, A. Leonardi [et al.] // Frontiers in Endocrinology. – 2018. – Vol. 9. – P. 410.

245. Wang, X. When spermatogenesis meets human aging and elevated body mass / X. Wang, B. R. Cairns, J. Guo // Life Medicine. – 2022. – Vol. 1, № 3. – P. 267-269.

246. Wikramanayake, E. Testicular size in young adult Sinhalese / E. Wikramanayake // International Journal of Andrology. – 1995. – Vol. 18 Suppl 1. – P. 29-31.

247. Witschi, E. Origin of asymmetry in the reproductive system of birds / E. Witschi. – 1935. – Vol. 56, № 1. – P. 119-141.

248. Zitzmann, M. Effects of age on male fertility / M. Zitzmann // Best Practice & Research. Clinical Endocrinology & Metabolism. – 2013. – Vol. 27, № 4. – P. 617-628.