

На правах рукописи



Бахтияров Ринат Ирекович

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

3.3.1. Анатомия и антропология (медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Санкт-Петербург – 2026

Работа выполнена в частном учреждении образовательной организации высшего образования «Университет «Реавиз»

Научный руководитель:

Хайруллин Радик Магзинурович – доктор медицинских наук, профессор

Официальные оппоненты:

Чемидронов Сергей Николаевич – доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра анатомии человека, заведующий кафедрой, заместитель директора Института клинической медицины;

Шорманов Игорь Сергеевич – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра урологии, андрологии и нефрологии, заведующий кафедрой

Ведущая организация:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Защита состоится «17» декабря 2026 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 21.2.062.03 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 194100, Россия, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (194223, г. Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, д. 39) и на сайте ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России <http://gpmu.org>

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.2.062.03

доктор медицинских наук, профессор

Павлов Павел Владимирович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Исследование количественных анатомических параметров органов мужской репродуктивной системы представляет собой актуальную биомедицинскую задачу (Аржакова Л.И. и др., 2021; Гайворонский И.В. и др., 2018; Сероухов А.Ю. и др., 2020; Koskela M. и др., 2024). Размер яичек, напрямую коррелирующий с функциональным состоянием сперматогенного эпителия и клеток Лейдига, является одним из важнейших показателей мужской фертильности (Кульченко Н.Г. и др., 2022; Юсупова М.Б., 2025; O'Donnell L. и др., 2022; Nariyoshi S. и др., 2020). 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 (Саблин Д.Е. и др., 2024; Саблин Д.Е. и др., 2025; Саблин Д.Е. и др., 2025; Хадарцева К.А. и др., 2023; Schlegel P.N. и др., 2021; Lotti F. и др., 2022). Отклонения от нормативных показателей служат важными клинико-анатомическими маркерами ряда патологий: гипогонадизма, крипторхизма, варикоцеле, неопластических процессов и дисфункции эндокринной системы (Шорманов И.С. и др., 2021; Сизонов В.В. и др., 2025; Devi K.B. и др., 2025; Kollin C. и др., 2024; Fang A.H. и др., 2024; Santi D. и др., 2025).

Актуальные референсные значения орхидометрических параметров важны в трансплантологии и протезировании мужских гонад (Шорманов И.С., и др., 2023; Саблин Д.Е. и др., 2024; Рыжков А.И. и др., 2024; F. Zhang и др., 2025; Mitchell R.T. и Ives J., 2023). Кроме того, в последнее время отмечается рост случаев дисморфобических расстройств, связанных с аутовосприятием внешнего вида гениталий, что придает анатомическим исследованиям дополнительную социально-психологическую значимость (Шорманов И.С. и др., 2024; Рыжков А.И. и др., 2025; Шорманов И.С. и др., 2024; Mansfield A.K., 2020; Merrill R.M. и др., 2024). Наконец, исследование возрастной динамики размеров яичек в онтогенезе позволяет установить закономерности пубертатного развития и последующей инволюции репродуктивной системы, что составляет основу возрастной анатомии (Баландин А.А. и др.,

2025; Балацук Е.В. и др., 2012; Хайруллин Р.М. и др., 2012; Хайруллин Р.М. и Балацук Е.В., 2012; Handelsman D.J. и Staraj S., 1985; Schonfeld W.A. и Beebe G.W., 1942).

В научной литературе описаны некоторые корреляции между общими соматометрическими показателями и морфометрическими характеристиками мужских гонад, однако они достаточно противоречивы и не однозначны (Аржакова Л.И. и др., 2021; Ikegaya H. и др., 2021; Oh J.K. и др., 2014). В широко известной монографии «Типовая анатомия» В.Н. Шевкуненко и А.М. Геселевич на основе соотношения частей тела человека выделили клинко-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. 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 (Вострикова А.А. и др., 2025; Киросос Э., 2025; Нурмухаммедова А., 2025; Полетаев А.Б. и Гринько О.В., 2024; Криштоп В.В. и др., 2023).

Основным методом определения размеров яичек в клинической практике является ультразвуковая диагностика (Иванов Н.В. и др., 2025; Чевычелов С.В. и др., 2024; Кравцов Ю.А. и др., 2024; Сагитова Г.Р. и др., 2025; Косыгина А.И. и др., 2024; Pedersen M.R.V. и др., 2023), также широко распространено использование орхидометров (Скородок Ю.Л. и др., 2024; Chin H. B. и др., 2025; Boeri L. и др. 2021). 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 (Шевкуненко В.Н. и Геселевич А.М., 1935, Handelsman D.J. и Staraj S., 1985). 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 (Handelsman D.J. и Staraj S., 1985).

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) (Schonfeld W.A. и Beebe G.W., 1942), 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) (Handelsman D.J. и Staraj S., 1985), 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 (Белохвостиков Ю.П., 1990). К настоящему столетию относятся исследования В.Ю. Бургарта (Бургарт В.Ю., 2006), Т.Ж. Тешаева (Тешаев Т.Ж., 2007), И.А. Баландиной и А.В. Быкова (Баландина И.А. и Быков А.В., 2009), Д.А. Тихонова (Тихонов Д.А., 2017), Д.В. Максинева (Максинев Д.В., 2021), Л.И. Аржаковой с соавторами (Аржакова Л.И. и др., 2021), в которых размеры яичек мужчин изучались непрямыми 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Инструментальные исследования проводились на базе ГКУЗ «Ульяновское областное бюро судебно-медицинской экспертизы» с соблюдением требований и на основании п.п. 42, 44, 48.14 Приказа Минздравсоцразвития РФ от 12.05.2010 N 346н «Об утверждении Порядка организации и производства судебно-медицинских экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации». Материалом послужили антропометрические и орхидометрические данные 229 мужчин 19–88 лет, проживавших в Ульяновской области. После применения критериев исключения (заболевания печени, злокачественные новообразования, ВИЧ-инфекция, хронические заболевания легких и почек, патологии яичек и их оболочек) итоговая выборка составила 217 мужчин 19–88 лет.

Для объективности и достоверности статистического анализа использовали различные подходы и критерии возрастной периодизации при формировании групп наблюдения:

1) для выявления общих границ количественной анатомической изменчивости яичек анализ выполнен на сплошной выборке без деления на возрастные группы (19–88 лет, N=217). Этот же подход использован для анализа корреляции значений орхидометрических и антропометрических параметров и множественных связей значений орхидометрических параметров между собой;

2) для установления возрастных изменений и анализа различий значений орхидометрических параметров мужчин зрелого возраста использовали два подхода. При первом применяли стандартную схему возрастной периодизации, рекомендованную Международным симпозиумом по проблемам возрастной

морфологии, физиологии и биохимии АПН СССР (1965): первый возраст – 22–35 лет (N=38), второй – 36–60 лет (N=143);

3) при втором подходе для выявления возрастных изменений использовали линейный корреляционный анализ Пирсона на всей выборке наблюдений (19–88 лет, N=217);

4) в связи с противоречием результатов двухвыборочного t-теста (см. п. 2) и корреляционного анализа (см. п. 3) в качестве критерия разделения групп использован иной возрастной критерий – 45 лет, поскольку, согласно литературным данным, после этого возраста наблюдается снижение сперматогенной функции яичка. Вся выборка разделена на две возрастные группы: 22–44 лет (N=103) и 45–60 лет (N=78);

5) в разделе о влиянии типа телосложения на орхидометрические параметры деление на возрастные группы исходно не требовалось, поскольку типы телосложения по В.Н. Шевкуненко и J. Tanner стабильны в онтогенезе. Однако с учетом влияния возраста на размеры яичка группы проверяли на однородность по возрасту и типу телосложения, разделив наблюдения на 19–44 лет (N=108) и 45–88 лет (N=109). Это позволило оценивать влияние соматотипа только в однотипных по возрасту группах, исключив одновременное влияние возраста и телосложения.

Антропометрическая программа включала измерение длины тела, длины нижней конечности, ширины плеч и ширины таза. Рассчитывали трохантерный индекс (отношение длины тела к длине нижней конечности) и индекс андрогении (отношение ширины плеч к ширине таза). Тип телосложения определяли двумя способами. По схеме В.Н. Шевкуненко рассчитывали: индекс В.Н. Шевкуненко-1 (отношение ширины плеч к длине тела) и индекс В.Н. Шевкуненко-2 (отношение длины нижней конечности к длине тела). Соматотипирование по J. Tanner проводили путем вычисления индекса полового диморфизма (разницы между трехкратным произведением ширины плеч и шириной таза). Измерения яичек проводились при аутопсии. После извлечения из мошонки яичко освобождали от окружающих структур: придатка, семявыносящего протока, париетального листка влагалищной оболочки и элементов семенного канатика. Длину яичка определяли как расстояние

между его верхним и нижним концами, ширину – между передним и задним краями, толщину – между медиальной и латеральной поверхностями. Затем проводили взвешивание яичка и определение его объема методом вытеснения жидкости в градуированном цилиндре. Для математического расчета объема яичек использовали три клинические формулы: эмпирическая формула: $V = D \times Ш \times T \times 0,71$; формула объема эллипсоида: $V = D \times Ш \times T \times 0,52$; формула объема вытянутого сфероида: $V = D \times Ш^2 \times 0,52$ (где D – максимальная длина яичка, $Ш$ – максимальная ширина яичка, T – максимальная толщина яичка).

Результаты исследования и их обсуждение

1. Вариабельность значений орхидометрических параметров мужчин

Прямым инструментальным измерением получены значения орхидометрических параметров 217 мужчин 19–88 лет (таблица 1).

Таблица 1 – Статистическая характеристика значений прямых орхидометрических параметров мужчин 19-88 лет (N=217)

Наименование параметра	Яичко	$M \pm m$	95% ДИ	CV, %	W^*	p
Длина, мм	Правое	$46,92 \pm 0,33$	$46,27 \div 47,58$	10,41	0,1604*	0,004
	Левое	$45,60 \pm 0,32$	$44,97 \div 46,23$	10,35	0,1004*	
Ширина, мм	Правое	$33,06 \pm 0,25$	$32,56 \div 33,56$	11,21	0,0420	0,021
	Левое	$32,24 \pm 0,25$	$31,74 \div 32,73$	11,44	0,0745*	
Толщина, мм	Правое	$17,78 \pm 0,19$	$17,41 \div 18,15$	15,51	0,0053	0,116
	Левое	$17,35 \pm 0,19$	$16,97 \div 17,74$	16,37	0,0002	
Масса, г	Правое	$18,44 \pm 0,39$	$17,68 \div 19,20$	30,87	0,0025	0,030
	Левое	$17,28 \pm 0,37$	$16,55 \div 18,00$	31,30	0,0016	
Объем, мл	Правое	$17,82 \pm 0,38$	$17,07 \div 18,56$	31,42	0,0016	0,024
	Левое	$16,63 \pm 0,36$	$15,92 \div 17,34$	31,93	0,0002	

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

Для представления референсных значений размеров яичек статистические показатели в пределах $M \pm 0,67\sigma$ определены как зона норморхрии, ниже $M - 0,67\sigma$ – гипoorхрия, выше $M + 0,67\sigma$ – гиперорхрия (таблица 2).

Таблица 2 – Референсные значения прямых орхидометрических параметров 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

Полученные результаты исследования демонстрируют значительную асимметрию размеров яичек мужчин, выражающуюся в статистически значимом преобладании морфометрических показателей правого яичка над левым. Представленные количественные критерии анатомической нормы размеров яичек могут служить базовыми количественными критериями при морфометрической оценке органов репродуктивной системы у мужчин в клинической практике.

2. Билатеральные различия значений орхидометрических параметров мужчин

Однофакторный дисперсионный анализ выявил достоверное преобладание размеров правого яичка над левым по длине ($p<0,01$), ширине ($p<0,05$), массе ($p<0,05$) и объему ($p<0,05$) (таблица 1). Анализ абсолютных и относительных показателей билатеральной асимметрии яичек с учетом ее направленности выявил следующее. По длине правое яичко преобладало в 63,13% случаев, левое – в 23,04%, равенство – в 13,82%; средний математический модуль различий составил $2,04\pm0,14$ мм. По ширине соотношения составили 54,84%, 20,28% и 24,88% при модуле различий $1,43\pm0,10$ мм; по толщине – 45,16%, 23,04% и 31,80% при $1,03\pm0,08$ мм. По массе различия отмечены в 69,59%, 30,41% и 0% случаев (модуль – $1,78\pm0,14$ г); по объему – в 58,53%, 17,05% и 24,42% (модуль – $1,71\pm0,14$ мл).

Таким образом, по исследованным анатомическим размерам билатеральные различия статистически значимы, в подавляющем большинстве случаев параметров от 45% (для толщины) до 69% (для массы) морфометрические показатели правого яичка превышают показатели левого.

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

Однофакторный дисперсионный анализ выявил статистически значимые межгрупповые по возрасту различия в значениях орхидометрических параметров: на уровне значимости $p < 0,05$ различия установлены для ширины правого и толщины левого яичка, на уровне $p < 0,01$ эти различия становятся статистически незначимыми (таблица 3).

Таблица 3 – Сравнительная характеристика прямых орхидометрических показателей мужчин первого (22–35 лет, N=38) и второго периодов (36–60 лет, N=143) зрелого возраста ($M \pm \sigma$)

Наименование параметра	Яичко	22-35 лет	36-60 лет	Уровень значимости различий по критерию Бонферрони
Длина, мм	Правое	47,71±5,08	47,08±4,64	0,464
	Левое	46,42±4,64	45,82±4,38	0,457
Ширина, мм	Правое	31,61±3,54	33,10±3,50	0,020*
	Левое	31,24±3,38	32,25±3,41	0,104
Толщина, мм	Правое	18,44±2,69	17,78±2,61	0,163
	Левое	18,47±2,72	17,26±2,59	0,012*
Масса, г	Правое	18,68±5,94	18,44±5,40	0,813
	Левое	17,86±5,40	17,27±5,07	0,530
Объем, мл	Правое	18,16±5,87	17,82±5,28	0,731
	Левое	17,21±5,37	16,60±5,00	0,512

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

Таким образом, деление на возрастные группы мужчин зрелого возраста согласно возрастной периодизации, предложенной АПН СССР (1965), при оценке значений орхидометрических параметров, позволило выявить возрастные различия первого уровня значимости в пределах $0,01 < p < 0,05$ между группой мужчин

первого (21–35 лет) и второго (35–60 лет) периодов зрелого возраста лишь по значениям двух параметров: ширине правого и толщине левого яичка. Оба различия не переходят на более высокий уровень статистической значимости в пределах $0,001 < p < 0,01$ и, таким образом, нивелируются и, следовательно, могут зависеть от численности и популяционных особенностей выборки, формы распределения значений изучаемых переменных и других многочисленных внешних факторов. Это диктует необходимость уточнений и использования иных, более обоснованных критериев деления на возрастные группы при изучении морфологии органов репродуктивной системы мужчин.

4. Анализ возрастной динамики значений орхидометрических параметров мужчин

Для оценки взаимосвязи значений орхидометрических параметров с возрастом провели линейный корреляционный анализ Пирсона. При $p < 0,001$ выявлены отрицательные связи толщины правого и левого яичка и положительная связь ширины правого яичка с возрастом. Высокозначимая корреляция значений трех орхидометрических параметров с возрастом противоречит отсутствию межгрупповых различий в значениях этих же параметров на том же уровне значимости при делении по классификации АПН СССР (1965).

Для разрешения этого противоречия возрастной критерий изменили: с учетом литературных данных о снижении сперматогенной функции после 45 лет выборку разделили по возрасту 45 лет. При сравнении групп мужчин 22–44 и 45–60 лет с помощью однофакторного дисперсионного анализа статистически значимые различия на уровне $0,01 < p < 0,05$ выявлены по ширине правого и левого яичка (таблица 4). Однако, в отличие от результата, полученного при делении по критериям АПН СССР (1965), для ширины правого яичка возрастные различия сохраняются и на более высоком уровне значимости ($0,001 < p < 0,01$).

Таблица 4 – Сравнительная характеристика прямых орхидометрических показателей мужчин в возрасте 22-44 лет (N=103) и мужчин в возрасте 45-60 лет (N=78)

Наименование параметра	Яичко	22-44 лет	45-60 лет	Уровень значимости различий по критерию Бонферрони
Длина, мм	Правое	47,60±4,74	46,69±4,69	0,201
	Левое	46,30±4,37	45,47±4,49	0,214
Ширина, мм	Правое	32,19±3,39	33,58±3,62	0,009**
	Левое	31,58±3,29	32,64±3,52	0,039*
Толщина, мм	Правое	18,12±2,76	17,65±2,46	0,244
	Левое	17,77±2,78	17,18±2,47	0,142
Масса, г	Правое	18,58±5,48	18,38±5,57	0,814
	Левое	17,50±5,06	17,24±5,25	0,733
Объем, мл	Правое	17,99±5,40	17,76±5,43	0,774
	Левое	16,83±5,00	16,60±5,20	0,771

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

** – статистически значимые различия при $p < 0,01$

Наличие высокосignимых корреляций ряда орхидометрических параметров с возрастом, а также высокосignимых различий их значений при делении на группы 22–44 и 45–60 лет, позволяет заключить, что мужчин зрелого возраста с точки зрения динамики орхидометрических параметров более целесообразно разделять на две возрастные группы – 22–44 года и 45–60 лет.

5. Корреляции орхидометрических и антропометрических показателей мужчин

При корреляционном анализе был установлен ряд высокодостоверных ($p < 0,001$) зависимостей значений орхидометрических параметров от соматометрических показателей (широтных и продольных), что позволило предположить наличие взаимосвязи между значениями орхидометрических параметров мужчин и типами их телосложения.

6. Значения орхидометрических параметров мужчин разных типов телосложения

Выявлены статистически значимые различия в орхидометрических показателях мужчин разных типов телосложения. При делении по схеме В.Н. Шевкуненко-1 у мужчин мезоморфного типа телосложения толщина правого яичка достоверно превышала таковую у мужчин долихоморфного типа ($p < 0,05$). При соматотипировании по J. Tanner длина и толщина правого яичка, а также длина левого яичка у мужчин андроморфного типа телосложения статистически достоверно превышали значения аналогичных показателей у мужчин мезоморфного и гинекоморфного типов ($p < 0,05$). При этом также 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. Для мужчин долихоморфного типа телосложения при типировании по схеме В.Н. Шевкуненко-1 и мужчин гинекоморфного типа при типировании по схеме J. Tanner было присуще правостороннее преобладание по параметрам длины, массы и объема яичка. Напротив, для мужчин брахиморфного типа телосложения при типировании по схеме В.Н. Шевкуненко-1 и мужчин андроморфного типа при типировании по схеме J. Tanner было характерно снижение частоты правостороннего преобладания и рост относительных показателей левостороннего преобладания параметров. Полученные данные позволяют предположить, что мужчины андроморфного типа телосложения в популяции чаще ассоциированы с пропорциями мужчин брахиморфного типа, поскольку у этих двух групп было обнаружено значительное сходство структуры билатеральной асимметрии орхидометрических показателей. Поскольку классификация типов телосложения по J. Tanner выявила в исследованных нами группах большее количество статистически значимых различий, ее можно считать

более информативной и рекомендовать к приоритетному использованию при установлении референсных значений орхидометрических параметров у мужчин.

7. Взаимосвязи значений орхидометрических параметров мужчин

Корреляционный анализ значений орхидометрических параметров между собой выявил связь массы и объема яичек с их линейными размерами: для обоих яичек наибольшая корреляция отмечена с длиной, промежуточная – с толщиной, наименьшая – с шириной. Для оценки точности существующих клинических формул расчета объема яичка полученные по ним значения сопоставляли с фактическим объемом (метод водозамещения – $17,22 \pm 5,48$ мл). Средние расчетные объемы: по эмпирической формуле – $19,36 \pm 6,12$ мл, по формуле эллипсоида – $14,18 \pm 4,48$ мл, по формуле вытянутого сфероида – $26,39 \pm 8,04$ мл. Наименьшая средняя погрешность получена для эмпирической формулы ($2,26 \pm 1,13$ мл; 13,47%), затем для формулы эллипсоида ($2,98 \pm 1,30$ мл; 17,20%), наибольшая – для формулы вытянутого сфероида ($10,71 \pm 8,34$ мл; 76,86%).

Выявленная корреляция между значениями прямых орхидометрических параметров и существенное расхождение фактического объема яичка с рассчитанным по стандартным клиническим формулам обосновывают необходимость разработки более точной формулы. С помощью модели множественной регрессии получено уравнение: объем яичка = $0,401 \times \text{длина} + 0,493 \times \text{ширина} + 0,845 \times \text{толщина} - 32,234$. Средний объем по уравнению регрессии составил $17,26 \pm 5,29$ мл (погрешность – $1,01 \pm 1,05$ мл, или 6,86%). Поскольку уравнение обладает меньшей погрешностью, его можно считать более информативным и рекомендовать для оценки объема яичек при андрологическом и урологическом обследовании мужчин.

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 варибельным 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 РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. 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. (Scopus)

2. 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.

3. Бахтияров, Р. И. Органометрические параметры мужских гонад по данным прямой орхидометрии / Р. И. Бахтияров // **Морфологические ведомости**. – 2024. – Т. 32, № 3. – С. id-905. (ВАК)

4. Бахтияров, Р. И. Билатеральная изменчивость мужских гонад по данным прямой орхидометрии / Р. И. Бахтияров // **Морфологические ведомости**. – 2025. – Т. 33, № 1. – С. id-917. (ВАК)

5. 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.

6. Бахтияров, Р. И. Возрастные изменения размеров яичек у мужчин / Р. И. Бахтияров // Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – Т. 13, № S2(50). – С. 77.

7. 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.

8. **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.

9. **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.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПН СССР – Академия педагогических наук СССР