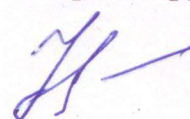


На правах рукописи



Улитко Татьяна Владимировна

**АНАТОМО-МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ТАРАННОЙ КОСТИ ЧЕЛОВЕКА ПО ДАННЫМ ПРЯМОЙ И
РЕНТГЕНОВСКОЙ ОСТЕОМЕТРИИ**

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:

доктор медицинских наук, профессор

Хайруллин Радик Магзинурович

Официальные оппоненты:

Иорданишвили Андрей Константинович – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова», кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, профессор;

Шведовченко Игорь Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-образовательный центр медико-социальной экспертизы и реабилитации имени Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, научный руководитель.

Ведущая организация:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «17» декабря 2026 г. в 12-00 часов на заседании диссертационного совета 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, г. Санкт-Петербург, Литовская ул., 2.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России (194223, г. Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, д. 39, кор. 2) 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 анатомической изменчивости костных элементов посткраниального скелета человека на протяжении многих десятилетий в отечественной анатомии является одной из важнейших и актуальных научных проблем (И.В. Шведовченко и соавт., 2020). Основоположником этого научного направления является выдающийся российский и советский анатом XX века профессор М.Г. Привес (М.Г. Привес и соавт., 1985). Из всех отделов посткраниального скелета человека наименее изучены дистальные отделы нижних конечностей. Исследования костного скелета стопы выполнены в единичных работах несмотря на то, что, как показывает практика, поствитально более сохранными, в отличие от костей кисти, являются именно кости стопы. Кости предплюсны обладают большим потенциалом для использования в качестве индикаторов судебно-медицинского установления пола, особенностей архитектуры стопы и других признаков, поскольку они менее подвержены тафономическим процессам (М.В. Байрошевская и соавт., 2014).

Из наиболее апробированных, точных и достоверных методов исследования костей наибольшее значение имеет остеометрия. Остеометрический метод обладает высокой научно-практической значимостью и позволяет установить закономерности анатомической изменчивости отдельных костей стопы, а также отнести их к определенному морфологическому типу (А.А. Мельников и соавт., 2014). Он широко востребован при определении пола и возраста, что является основной задачей судебно-медицинской экспертизы и физической антропологии (Ю.И. Пиголкин и соавт., 2012).

В медицинской диагностике, как в норме, так и в патологии, для изучения размерных характеристик отдельных костных элементов более широко используется рентгеновский метод остеометрии (А.С. Ермоленко и соавт., 2009). Однако этот метод, несмотря на его универсальность, не позволяет исследовать ряд особенностей строения суставных поверхностей костей и их анатомическую

форму. Ряд остеометрических измерений принципиально невозможен на проекционных и трехмерных компьютерных изображениях отдельных костей либо чрезвычайно затруднен. Исследования, в которых бы сопоставлялись прямые остеометрические измерения костей стопы и данные рентгеновской остеометрии, сравнительное определение границ и характера вариабельности анатомических параметров согласно данным обоих методов, не предпринимались (Р.М. Хайруллин, 2025). Анатомическая изменчивость таранной кости и ее суставных поверхностей, обусловленная генетическими и внешними причинами, может выступать не только индивидуальным диагностическим, но и специфическим этнотерриториальным антропологическим признаком. Сравнительное исследование остеометрических параметров, полученных двумя сопоставляемыми методами, позволило бы расширить диагностические возможности рентгеновского метода для определения общей анатомической формы таранной кости и особенностей ее суставных поверхностей по отдельным остеометрическим признакам.

Степень разработанности темы исследования

Несмотря на то, что таранная кость является одним из наиболее изученных элементов скелета стопы, существующие данные о ее морфологии носят фрагментарный характер (E. Cunha, 2022). Первые подобные работы выполнялись в основном на таранных костях индийской группы A. Thomson (A. Thomson, 1889), Das (A.C. Das, 1959), Arora et al. (A.K. Arora, 1979). Остаются нерешенными вопросы, касающиеся количественных и качественных характеристик суставных поверхностей, а также широкого спектра их морфологических вариантов на костях российской группы. Недостаточно исследованы закономерности анатомической изменчивости в зависимости от пола и этнической принадлежности (А.В. Karakas 2026). Выявление этих закономерностей необходимо для углубления знаний о функциональной анатомии стопы и совершенствования методов диагностики патологий опорно-двигательного аппарата (M. Angelova, 2024).

Цель исследования

Определение анатомо-морфометрических параметров таранной кости человека и ее суставных поверхностей по данным прямой и рентгеновской остеометрии.

Задачи исследования

1. Установить различие прямых остеометрических параметров таранных костей с разными типами пяточных суставных поверхностей.
2. Определить морфометрические параметры таранной кости человека по данным прямой остеометрии и определить их билатеральные различия.
3. Изучить морфометрические характеристики таранной кости человека по данным рентгеновской остеометрии и их билатеральные различия.
4. Выявить изменчивость физических показателей таранной кости человека.
5. Обнаружить половую изменчивость прямых, рентгеновских остеометрических и физических параметров таранной кости человека.

Научная новизна исследования

Впервые установлены морфометрические и анатомические характеристики таранной кости на примере остеологической коллекции российской группы случаев исследования, что имеет нормативное и описательное, диагностическое и практическое значение. Данные об анатомической изменчивости, обусловленной генетическими и внешними причинами, являются как индивидуальными диагностическими, так и специфическими этно-территориальными антропологическими признаками. Кроме, того, впервые исследованы физические параметры таранной кости. Полученные результаты могут также служить основой для поиска анатомо-морфометрических закономерностей в биомеханике движений стопы в популяциях современного человека, в прикладных антропологических и биоархеологических исследованиях, а также для совершенствования судебно-медицинской диагностики.

Теоретическая и практическая значимость работы

Результаты исследования анатомической изменчивости форм и размеров таранной кости могут быть положены в основу объяснения причин и частоты

возникновения определенных видов костной патологии стопы в разных этно-территориальных группах. Знание анатомических особенностей таранных костей важно для травматологов и хирургов-ортопедов при проведении оперативных вмешательств на стопе.

Результаты могут быть использованы в судебно-медицинской и иной экспертной идентификации по костным останкам стоп, а также в криминалистической практике и прикладных антропологических и биоархеологических исследованиях. Данные, полученные в работе, могут быть внедрены в учебный процесс по курсам анатомии человека, антропологии, эволюционной морфологии человека, судебной медицины, рентгенологии, травматологии и ортопедии для обучения студентов соответствующих специальностей медицинских, биологических и юридических высших учебных заведений.

Методология и методы исследования

В данной работе использован комплексный подход для изучения размеров таранной кости с учетом форм ее суставных поверхностей. Теоретическую основу исследования составляют анатомические принципы и концепции морфометрического и статистического анализа современной морфологии человека. В рамках исследования был проведен обзор научной литературы, отбор таранных костей и рентгенограмм, а также использованы методы прямой остеометрии и рентгеновской остеометрии. Выполнена типологизация таранных костей по формам суставных поверхностей. Проведена статистическая обработка данных, их систематизация и сопоставление с литературными данными.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Остеометрические параметры таранных костей с разными типами пяточных суставных поверхностей различаются.

2. Прямые остеометрические параметры таранных костей человека билатерально симметричны, а некоторые рентгеновские остеометрические параметры достоверно различаются.

3. Прямые, рентгеновские остеометрические и физические параметры таранных костей различаются по полу.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования обусловлена достаточным количеством данных прямой остеометрии 75 таранных костей и рентгеновской остеометрии 119 рентгенограмм стоп лиц первого и второго зрелого, а также пожилого возраста, и подтверждена проведенным корректным статистическим анализом.

Основные результаты и положения диссертационного исследования были представлены, доложены и обсуждены на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы современной морфологии человека», посвященной 95-летию кафедры анатомии ГЦОЛИФК и 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РАМН, профессора Б.А. Никитюка (г. Москва, 2023), Всероссийской научной конференции «Роль клинической анатомии в практике работы хирурга», посвященной 115-летию со дня рождения профессора Е.М. Маргорина и 90-летию кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии им. профессора Ф.И. Валькера (г. Санкт-Петербург, 2023), X Международном молодежном медицинском конгрессе «Санкт-Петербургские научные чтения – 2024» (г. Санкт-Петербург, 2024), XXX Всероссийской конференции молодых ученых с международным участием «Актуальные проблемы биомедицины – 2024» (г. Санкт-Петербург, 2024), 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 – «Анатомия в XXI веке – традиция и современность» (г. Санкт-Петербург, 2024), IX Всероссийском съезде анатомов, гистологов и эмбриологов России с международным участием «Фундаментальная и прикладная морфология в XXI веке», посвященном 95-летию заслуженного деятеля науки РФ, проф. И.И. Кагана и 100-летию со дня рождения академика РАМН и РАН, заслуженного деятеля науки РФ М.Р. Сапина

(г. Оренбург, 2025), VII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения выдающегося анатомии педагога заслуженного деятеля науки РФ, профессора Валентина Сергеевича Сперанского (г. Саратов, 2025).

Внедрение результатов исследования

Полученные в ходе исследования материалы внедрены в учебно-методическое обеспечение кафедры морфологии и патологии Частного образовательного учреждения высшего образования «Медицинский университет «Реавиз» и используются при реализации рабочих программ дисциплин «анатомия» и «патологическая анатомия» для обучающихся 1–3 курсов лечебного факультета.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, две из которых – в журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ для публикации основных результатов диссертационных исследований.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 174 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, методов исследования, результатов собственных исследований и их обсуждения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, состоящего из 189 источников, из них 91 – на русском и 98 – на иностранных языках. Работа иллюстрирована 22 таблицами и 28 рисунками.

Личный вклад автора

Автором самостоятельно выполнены все этапы исследования: отбор образцов таранных костей и рентгенограмм стоп, прямая остеометрия, рентгеновская остеометрия, статистическая обработка результатов, интерпретация и описание полученных данных, подготовка материалов к публикации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на кафедре морфологии и патологии Частного образовательного учреждения образовательной организации

высшего образования Университет «Реавиз» в период 2024–2026 гг. с соблюдением этических норм Декларации Хельсинки и международных руководств CIOMS. Все процедуры одобрены этической комиссией университета; первичные данные обезличены в соответствии с ФЗ № 152-ФЗ «О персональных данных».

Материалом послужили 75 сухих препаратов костей (49 мужских, 26 женских; возраст 20–90 лет) из паспортизированных костных коллекций, полученных в рамках выполнения гранта РФФИ 08-04-99059 «Биоинформационная модель этнических, возрастных и идентификационных особенностей конечностей жителей Среднего Поволжья», а также кафедры клинической анатомии и оперативной хирургии им. проф. М.Г. Привеса ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова и 119 обезличенных рентгеновских снимков костей стопы из рентгеноанатомического архива кафедры (58 мужчин, 61 женщина; возраст 20–85 лет).

Костные препараты получены традиционной анатомической техникой с последующей мацерацией в воде (40–45°C), механической очисткой, промывкой и сушкой при 85–100°C. Обезжиривание проводили в смеси этилового и диэтилового эфира (24–48 ч), окончательную сушку – при 37°C. Рентгенограммы выполнены на аппарате «Toshiba Radrex» (FBT-10A) в режиме 42 кВ, 250 мА, выдержка 0,2 с, расстояние фокус–объект 90 см. Стопа фиксировалась в положении максимального тыльного сгибания, центральный луч направлен на пяточный бугор под углом 35–45° к вертикали.

Измерения проводили электронным штангенциркулем ШЦ-1-150-0,01 (точность 0,01 мм) методике Алексеева (1966) в собственной модификации. Выделены три группы прямых остеометрических параметров: параметры длины (7 показателей): длина, наибольшая длина, медиальная длина, длина блока, длина шейки и головки, длина головки, длина задней суставной поверхности; широтные (6 показателей): ширина, задняя ширина, задняя ширина блока, передняя ширина блока, ширина головки, ширина задней суставной поверхности; высотные (4 показателя): передняя высота, задняя высота, латеральная и медиальная высота

блока (рис. 1). Для рентгенограмм измеряли 8 параметров: рентгеновскую длину и наибольшую длину, ширину, переднюю и заднюю высоты, высоту блока, длину шейки и головки, длину головки.

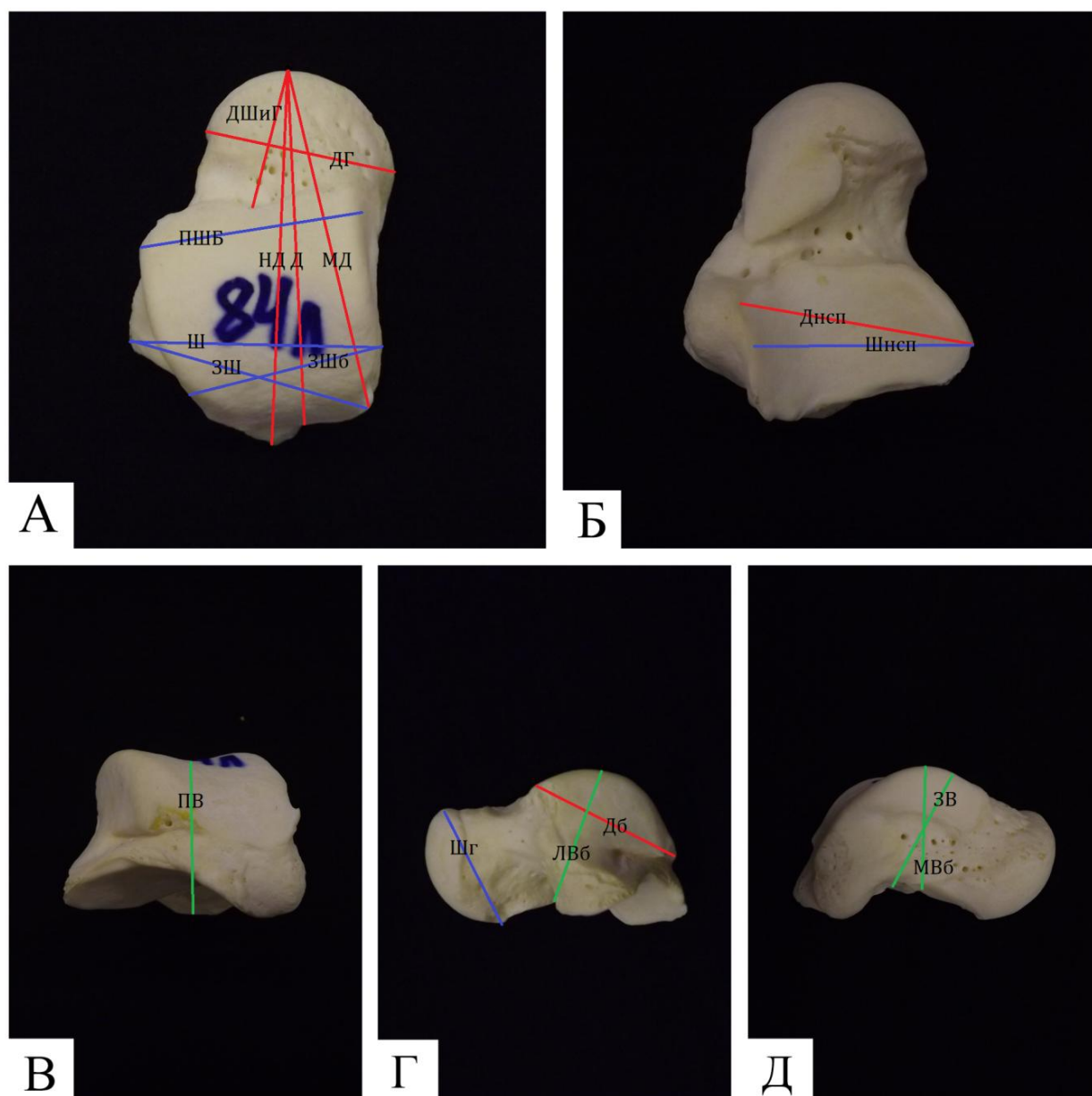


Рисунок 1 – Проекция измерительных параметров на фото левой таранной кости:

А – вид сверху, Б – вид снизу, В – вид сзади, Г – латеральная сторона, Д – медиальная сторона. Красным отмечены параметры длины, синим – широтные параметры, зеленым – высотные параметры. Обозначения параметров см. в тексте

Физические характеристики определяли следующим образом: массу – на весах Touch Screen Pocket Scale фирмы «American Weigh Scales, Inc.» (США) с точностью 0,01 г; габаритный объем – методом погружения в дистиллированную

воду (25°C); плотность – расчетно по формуле $\rho = m/V$. Рассчитаны 12 пропорциональных индексов, сгруппированных в 4 категории: длиннотные: УДБ (длина блока/длина ТК), УДШиГ (длина шейки и головки/длина ТК), УДГ (длина головки/длина ТК), широтные: ШПУ (ширина/длина), УШБ (ширина блока/ширина ТК), УПШБ (передняя ширина блока/длина блока), УСБ (задняя ширина блока/передняя ширина блока), УОШВСП (передняя ширина блока/ширина ТК), УШГ (ширина головки/длина головки), высотные: ВДУ (передняя высота/длина), ВПУБ (латеральная высота блока/длина блока), суставные: УШНСП (ширина задней суставной поверхности/ее длина).

Классификацию таранной кости по форме пяточных суставных поверхностей проводили визуально согласно модификации классификации Agoa et al. (1979). Тип I характеризуется наличием единой неразделенной пяточной суставной фасеткой на подошвенной поверхности таранной кости. Тип II представлен двумя четко разграниченными фасетками, полностью разделенными выраженным костным гребнем. Тип III отличается тем, что две фасетки разделены комбинированно – частично бороздой, частично костным гребнем. Тип IV определяется наличием двух фасеток, разделенных узкой бороздой без костного возвышения.

Статистическая обработка данных включала методы описательной статистики (M , σ , 95% ДИ, CV) и тесты на нормальность распределения. Для сравнения выборок применяли параметрические (t-критерий Стьюдента) и непараметрические (U-критерий Манна-Уитни) методы. Межгрупповые различия оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия Краскела — Уоллиса с использованием post-hoc поправок (Бонферрони, Фишера, Даннета). Популяционное сходство частот встречаемости анатомических форм таранной кости оценивали посредством коэффициентов абсолютного и относительного сходства по А.С. Константинову. Дополнительно проведен корреляционный анализ. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Типологическая характеристика суставных поверхностей

Таранная кость занимает особое место в скелете дистального отдела нижней конечности. Она не имеет участков прикрепления мышц, полностью соприкасается с костями голени и пяточной костью и обеспечивает передачу массы тела с голени на стопу. Указанные морфофункциональные особенности обуславливают то, что архитектура её суставных поверхностей, прежде всего пяточной суставной поверхности, непосредственно отражает характер биомеханической нагрузки и представляет интерес как для теоретической морфологии, так и для клинической практики — при планировании артроскопических вмешательств, коррекции деформаций заднего отдела стопы и изготовлении индивидуальных эндопротезов голеностопного сустава.

В ходе типологического анализа установлено распределение таранных костей по формам пяточных суставных поверхностей. В соответствии с принятой в работе классификацией I тип характеризуется наличием единой, не разделённой фасетки; II тип — двумя отдельными фасетками, разделёнными гребнем; III тип — частичным разделением бороздой и гребнем; IV тип — разделением только бороздой; V тип — иными вариантами строения. Доминирующим вариантом является II тип, выявленный в 56,0 % случаев (42 наблюдения). I тип встречался в 13,3 % случаев (10 наблюдений), III тип — в 14,7 % (11 наблюдений), IV тип — в 16,0 % (12 наблюдений). Кости V типа в исследованной выборке не обнаружены. Суммарно варианты с разделённой или частично разделённой пяточной фасеткой (II–IV типы) составили около 86 % наблюдений, что подтверждает преобладание в популяции строения с двумя суставными площадками и согласуется с классическими представлениями о строении подтаранного комплекса. Преобладание II типа свидетельствует о высокой воспроизводимости данной морфологической закономерности в исследованной выборке.

При сравнительном анализе с данными литературы установлено, что межгрупповые различия по частоте встречаемости анатомических форм не превышают 30 %, тогда как степень сходства составляет 70 %. Указанное соотношение свидетельствует об универсальности морфологической организации таранной кости в различных группах. Соотношение частот основных вариантов пяточной фасетки сохраняется с высокой устойчивостью, а колебания носят количественный, а не качественный характер. Консервативность данной закономерности объясняется участием таранной кости в формировании трёх суставов (голеностопного, подтаранного и таранно-пяточно-ладьевидного) и жёсткостью функциональных ограничений, лимитирующих морфологическую изменчивость.

Установлена зависимость размерных характеристик от типа строения пяточных суставных поверхностей. Наибольшие остеометрические показатели присущи таранным костям с I типом суставных фасеток, наименьшие — с IV типом. Кости с не разделённой фасеткой в среднем крупнее костей с бороздой разделения. Выявлена половая специфичность межтиповых различий: у мужчин статистически значимые различия между типами получены для длины, передней высоты, латеральной высоты блока и ширины задней суставной поверхности; у женщин — для медиальной длины, задней высоты и передней ширины блока. Следовательно, тип строения суставной поверхности ассоциирован с различными размерными комплексами у лиц мужского и женского пола, в связи с чем при использовании остеометрических данных в практических целях (подбор имплантатов, судебно-медицинская идентификация) тип фасетки целесообразно учитывать в качестве дополнительного фактора.

2. Вариабельность прямых остеометрических параметров

Анализ 17 прямых остеометрических параметров выявил неравномерную степень их изменчивости, отражающую различную функциональную значимость отдельных отделов кости. Наименьшая вариабельность характерна для высотных размеров, обеспечивающих стабильность голеностопного сустава: коэффициент

вариации передней высоты составил 3,80–4,77 %, задней высоты — 4,64–5,74 %. Низкие значения изменчивости обусловлены тем, что блок таранной кости располагается между лодыжками большеберцовой и малоберцовой костей, поэтому существенное отклонение высоты блока привело бы к нарушению конгруэнтности голеностопного сустава и распределения контактного давления.

Наибольшая изменчивость присуща параметрам переднего отдела кости: длине шейки и головки (11,1–14,1 % у мужчин, 12,6–13,2 % у женщин), ширине головки (12,4 %) и задней ширине блока (12,4 %). Повышенная вариабельность шейки и головки отражает адаптацию к индивидуальным особенностям биомеханики. Сходство коэффициентов вариации у лиц обоего пола (расхождение не превышает 1,5 процентных пункта) свидетельствует об универсальном характере выявленных закономерностей изменчивости, не зависящем от пола.

Прямые остеометрические параметры демонстрируют полную билатеральную симметрию: различия между правыми и левыми костями статистически недостоверны ($p > 0,05$) (рис. 2). Полученный результат подтверждает симметричное развитие скелета стопы в норме, вследствие чего асимметрия остеометрических показателей таранной кости может рассматриваться в качестве маркера патологии (перенесённых переломов, односторонней перегрузки, нарушений статики). Кроме того, симметрия позволяет использовать межсторонние различия в качестве внутреннего контроля качества измерений и при необходимости восстанавливать утраченные размеры одной стороны по сохранившейся противоположной, что имеет значение для судебно-медицинской практики и ортопедического планирования.

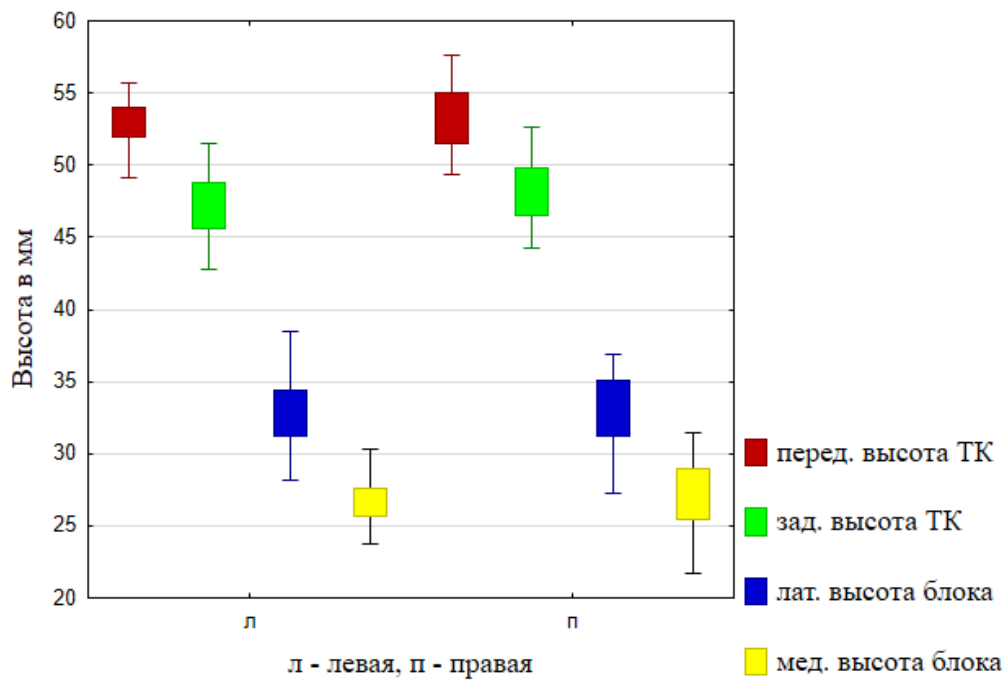


Рисунок 2 – Диаграмма высотных параметров, характеризующая прямые остеометрические показатели правых и левых мужских таранных костей

3. Вариабельность рентгеноостеометрических параметров

Рентгеноостеометрия занимает особое место в исследовании таранной кости, поскольку рентгенологические измерения выполняются прижизненно и имеют непосредственный клинический выход. Среди 8 рентгеновских остеометрических параметров наименьшая вариабельность характерна для ширины таранной кости (РгШ: 3,03–3,86 %), что подчёркивает её функциональную стабильность.

Наибольшая вариабельность выявлена для длины головки (РгДГ: 15,04–16,27 %), что согласуется с данными прямой остеометрии (11,1–14,1 %) и указывает на высокую адаптивность переднего отдела кости. Совпадение результатов двух независимых подходов повышает достоверность вывода о переднем отделе как зоне максимальной морфологической изменчивости. Повышенные значения коэффициента вариации на рентгенограммах отчасти объясняются дополнительным влиянием проекционных искажений (рис. 3).

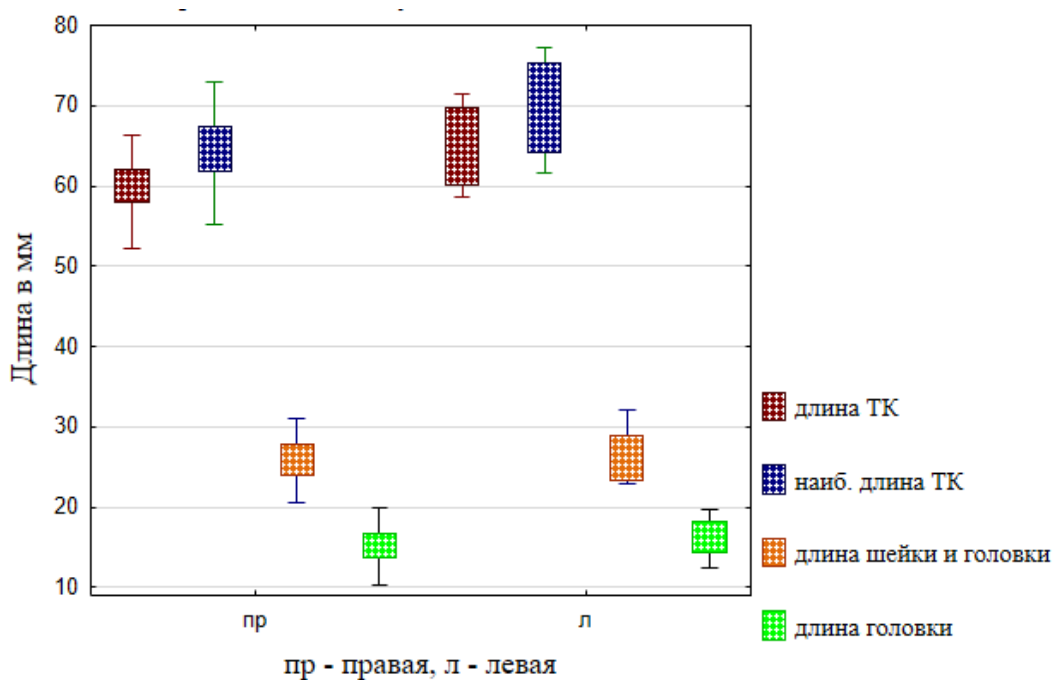


Рисунок 3 – Диаграмма длиннотных параметров, характеризующая рентгеноостеометрические показатели правых и левых мужских таранных костей

Рентгенологические параметры выявляют незначительную, но статистически достоверную направленную асимметрию: у мужчин — по длине ($p < 0,005$) и наибольшей длине ($p < 0,03$); у женщин — по длине ($p < 0,01$) и ширине ($p < 0,001$). Обращает на себя внимание, что асимметрия выявлена по рентгенологическим, а не по прямым остеометрическим показателям. Проекционная методика обладает большей чувствительностью к тонким геометрическим различиям, поскольку фиксирует не анатомический размер, а его тень-проекцию, в которой малые межсторонние отличия могут усиливаться. Кроме того, доминирующая конечность систематически несёт иную нагрузку, что формирует устойчивые, хотя и малые, межсторонние различия.

4. Физические параметры таранной кости

Впервые исследованы физические характеристики таранной кости — масса, объём и плотность костной ткани, которые до настоящего времени оставались недостаточно освещёнными в литературе.

Установлено, что масса и объём достоверно различаются между полами ($p < 0,02$). Мужские таранные кости тяжелее на 5,38 г (масса $24,56 \pm 8,78$ г против

19,18 ± 6,40 г у женщин) и объёмнее на 4,56 см³ (объём 26,06 ± 8,51 см³ против 21,50 ± 5,74 см³ у женщин). Относительная разница составляет порядка 25–28 % и воспроизводит общий межполовой градиент размерных показателей кости: увеличение линейных и объёмных размеров у лиц мужского пола закономерно сопровождается ростом массы. Обращает на себя внимание значительный разброс индивидуальных значений (стандартное отклонение массы достигает 8,78 г у мужчин и 6,40 г у женщин), что отличает физические параметры от линейных размеров и ограничивает их пригодность в качестве дискриминирующих признаков при индивидуальной идентификации.

Принципиально иной результат получен в отношении плотности костной ткани: достоверных половых различий не выявлено (мужчины — 0,98 ± 0,27 г/см³, женщины — 0,93 ± 0,31 г/см³; $p > 0,05$). Указанное свидетельствует о сходстве удельной структуры костной ткани при различиях в абсолютных размерах. Половые различия таранной кости сводятся преимущественно к масштабированию (большой объём кости при сопоставимой удельной плотности), а не к качественному изменению костной ткани (рис. 4).

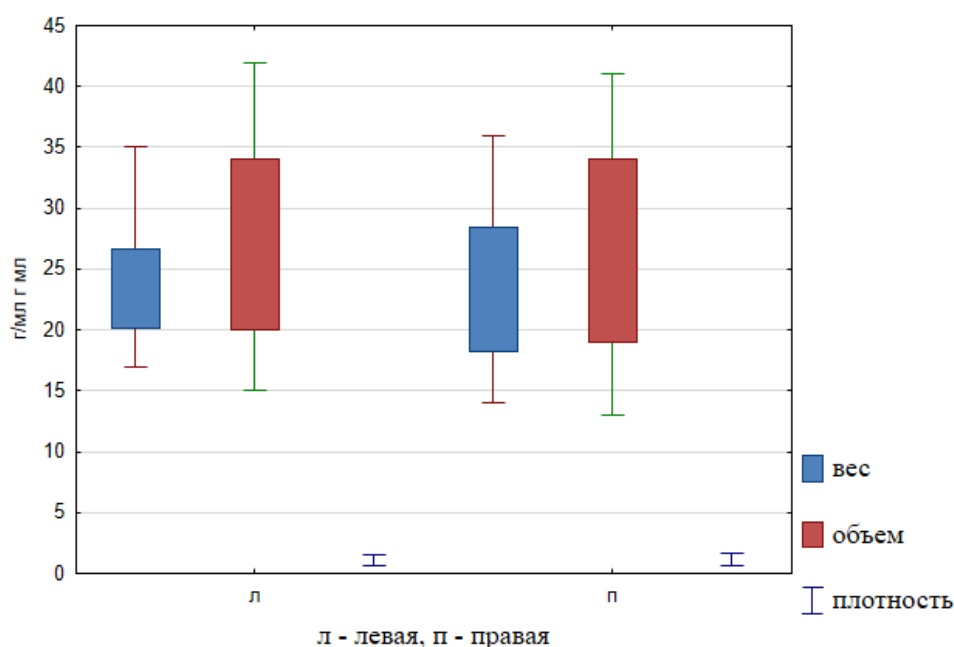


Рисунок 4 – Диаграмма физических параметров, характеризующая результаты измерений правых и левых мужских таранных костей

5. Половой диморфизм морфометрических параметров

Установлено, что все абсолютные размерные параметры достоверно различаются между полами ($p < 0,05$), при этом степень дифференциации распределена неравномерно. Наиболее значимые различия по данным прямой остеометрии выявлены для продольных размеров: длины и медиальной длины ($p < 0,000001$), наибольшей латеральной длины ($p < 0,000002$). Высокая значимость продольных показателей обусловлена тем, что длина кости наиболее тесно связана с общими соматическими размерами тела и продольными размерами скелета, по которым половой диморфизм выражен в наибольшей степени. Низкие уровни значимости (порядка 10^{-6}) свидетельствуют о практически полном разнесении мужских и женских распределений по данным признакам, что позволяет отнести продольные параметры таранной кости к числу наиболее надёжных дискриминирующих признаков пола в скелете стопы.

Статистическая значимость половых различий рентгеновских параметров убывает в следующем порядке: $R_{гД} = R_{гНД} = R_{гШ} = R_{гПВ} = R_{гЗВ} = R_{гВб} > R_{гДШиГ} > R_{гДГ}$. Таким образом, наименее информативным полодифференцирующим рентгенологическим признаком является длина головки — параметр, продемонстрировавший также максимальную внутригрупповую вариабельность. Согласованность указанных результатов закономерна: признаки с наибольшей индивидуальной изменчивостью внутри половых групп неизбежно перекрываются между полами и вследствие этого обладают меньшей дифференцирующей способностью. Напротив, стабильные признаки (длина, ширина, высоты блока) характеризуются и высокой половой диагностической ценностью.

Особого внимания заслуживают пропорциональные индексы: они практически идентичны у лиц обоего пола, за исключением высотно-длиннотного указателя (мужчины: $0,95 \pm 0,04$; женщины: $0,97 \pm 0,04$; $p < 0,03$). Это указывает на консервативность пропорциональной архитектуры кости: при увеличении абсолютных размеров от женских костей к мужским форма сохраняется,

изменяется лишь масштаб. Данная закономерность типична для костей, жёстко детерминированных функционально: суставные соотношения допускают ограниченный диапазон пропорций, вследствие чего половой диморфизм реализуется в размерах, а не в форме. Единственное достоверное исключение — высотно-длиннотный указатель, незначительно превышающий у женщин мужской уровень, отражает относительно большую высоту блока при сопоставимой длине кости. В практическом плане консервативность пропорций означает, что половые различия таранной кости целесообразно оценивать прежде всего по абсолютным размерам, тогда как индексные признаки следует использовать в качестве вспомогательных.

ВЫВОДЫ

1. Таранные кости человека характеризуются разной частотой типов пяточных суставных поверхностей. Наиболее распространенным является II тип их анатомической формы (56,0% случаев), тогда как I тип встречается значительно реже (13,3%), а III и IV типы выявляются с умеренной частотой (14,7% и 16,0% соответственно), что отражает выраженное морфологическое разнообразие задней суставной поверхности таранной кости. Остеометрические параметры таранных костей с разными типами суставных пяточных поверхностей различаются, специфичность различий определяется параметром и половой принадлежностью.
2. По данным прямой остеометрии наименьшей вариабельностью характеризуются высотные показатели таранной кости – передняя и задняя высота ($CV=3,80-5,74\%$), что может указывать на их функциональную стабильность в обеспечении биомеханики голеностопного сустава. Наибольшая вариабельность выявлена для размеров переднего отдела кости – длины шейки и головки (11,1–14,1% у мужчин и 12,6–13,2% у женщин), ширины головки и задней ширины блока (до 12,4%). Прямые инструментальные остеометрические параметры таранной кости характеризуются относительной билатеральной симметрией.
3. По данным рентгеновской остеометрии таранной кости человека, наименьшей вариабельностью отличается ширина таранной кости ($CV=3,03-$

3,86%), а наибольшей – длина головки ($CV=15,04-16,27\%$), что отражает различную степень стабильности отдельных морфометрических параметров. Рентгеновские параметры проявляют незначительную, но статистически достоверную направленную билатеральную асимметрию: у мужчин – по длине и наибольшей длине кости, у женщин – по длине и ширине таранной кости.

4. Выявлены приоритетные данные по физическим параметрам таранной кости человека. Вес и габаритный объем мужской таранной кости составляют $24,56 \pm 8,78$ г и $26,6 \pm 8,51$ см³, а у женщин $19,18 \pm 6,4$ г и $21,5 \pm 5,74$ см³, соответственно ($M \pm \sigma$). Относительная плотность мужских таранных костей составляет $0,98 \pm 0,27$ г/см³, женских таранных костей $0,93 \pm 0,31$ г/см³, соответственно ($M \pm \sigma$).

5. Абсолютным размерам таранной кости присущи статистически значимые половые различия. По данным прямой остеометрии наибольшим уровнем статистической значимости различий характеризуются длина, медиальная длина ($p < 0,000001$), наибольшая длина ($p < 0,000002$), а по данным рентгеновской остеометрии наибольшая длина ($p < 0,00003$), ширина ($p < 0,00001$) и передняя высота ($p < 0,000002$). Масса и объем мужских таранных костей достоверно превышают показатели женских ($p < 0,05$), относительная плотность и остеометрические указатели половых различий не имеют.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В области клинической анатомии и оперативной хирургии целесообразно использовать высотные параметры таранной кости в качестве приоритетных анатомических ориентиров при планировании реконструктивных вмешательств и эндопротезирования, что обусловлено их функциональной консервативностью и минимальной морфологической вариабельностью. При оценке анатомической нормы следует учитывать доминирование второго типа формы задней суставной поверхности.

2. В судебно-медицинской экспертизе и физической антропологии для определения половой принадлежности скелетированных останков приоритет следует отдавать линейным продольным размерам, демонстрирующим наиболее выраженный половой диморфизм, а также физическим характеристикам, таким как масса и объем кости, на основе которых могут быть рассчитаны соответствующие диагностические формулы.

3. При проектировании эндопротезов и хирургического инструментария рекомендуется учитывать соотношения размеров таранной кости как для лиц мужского, так и женского пола, поскольку морфометрические индексы характеризуются высокой степенью сходства. Модификация размеров имплантатов может осуществляться преимущественно за счет масштабирования абсолютных линейных параметров и учета достоверно больших физических характеристик костной структуры у мужчин.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Улитко, Т.В. Половая изменчивость таранной кости в российской популяции по данным прямой остеометрии / Т.В. Улитко // Современные аспекты макро- и микроморфологии: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения выдающегося анатома, педагога, заслуженного деятеля науки РФ, профессора Валентина Сергеевича Сперанского. – Саратов, 2025. – С. 115–118. – 0,3 п.л.

2. Улитко, Т.В. Изменчивость таранной кости российской популяции по данным прямой остеометрии / Т.В. Улитко // **Морфологические ведомости.** – 2025. – Т. 33, № 3. – С. 7–14. – 0,8 п.л. **(ВАК)**

3. Улитко, Т.В. Относительная частота встречаемости типов таранной кости с различными формами пяточных суставных поверхностей / Т.В. Улитко, Я.И. Зеркалова // Актуальные проблемы биомедицины – 2024: материалы XXX Всероссийской конференции молодых ученых с международным участием. – Санкт-Петербург, 2024. – С. 212–213. – 0,1 п.л. (авт. 0,05 п.л.).

4. Улитко, Т.В. Относительная частота встречаемости видов таранной кости с различными типами пяточных суставных поверхностей / Т.В. Улитко // *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.* – Воронеж, 2024. – С. 252–254. – 0,2 п.л.

5. Улитко, Т.В. Частота встречаемости типов таранной кости по классификации форм пяточных суставных поверхностей / Т.В. Улитко // *Проблемы современной морфологии человека: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 95-летию кафедры анатомии ГЦОЛИФК и 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РАМН, профессора Б. А. Никитюка.* – Москва, 2024. – С. 48–52. – 0,4 п.л.

6. Улитко, Т.В. Некоторые остеометрические параметры плюсневых костей женской стопы по данным рентгенографии / Т.В. Улитко, Я.И. Зеркалова // *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.* – Воронеж, 2024. – С. 88–90. – 0,2 п.л. (авт. 0,1 п.л.).

7. Улитко, Т.В. Современные представления об анатомической изменчивости таранной кости человека / Т.В. Улитко // **Морфологические ведомости.** – 2024. – Т. 32, № 3. – С. 40–50. – 1,1 п.л. (ВАК)

8. Улитко, Т.В. Относительная частота типов таранной кости с различными формами суставных поверхностей / Т.В. Улитко // *Forcipe.* – 2023. – Т. 6, № S3. – С. 80–81. – 0,1 п.л.

9. Улитко, Т.В. Частота встречаемости форм верхней суставной поверхности таранной кости человека / Т.В. Улитко // *Санкт-Петербургские научные чтения –*

2024 : сборник тезисов X Международного молодежного медицинского конгресса.
– Санкт-Петербург, 2024. – С. 28–29. – 0,1 п.л.

10. Улитко, Т.В. Частота встречаемости анатомических вариаций блоковой поверхности таранной кости / Т.В. Улитко // Оренбургский медицинский вестник. – 2025. – Т. 13, № S2 (50). – С. 309–310. – 0,1 п.л

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ФГБОУ ВПО – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ТК – таранная кость

Д – длина таранной кости

НД – наибольшая латеральная длина таранной кости

МД – медиальная длина таранной кости

Ш – ширина таранной кости

ЗШ – задняя ширина таранной кости

ПВ – передняя высота таранной кости

ЗВ – задняя высота таранной кости

Дб – длина блока таранной кости

ЗШб – задняя ширина блока таранной кости

ПШб – передняя ширина блока таранной кости

ЛВб – латеральная высота блока таранной кости

МВб – медиальная высота блока таранной кости

ДШиГ – длина шейки и головки таранной кости

Дг – длина головки таранной кости

Шг – ширина головки таранной кости

Днсп – длина задней суставной поверхности таранной кости

Шнсп – ширина задней суставной поверхности таранной кости

РгД – длина рентгеновского снимка таранной кости

РгНД – наибольшая длина рентгеновского снимка таранной кости

РгШ – ширина рентгеновского снимка таранной кости

РгПВ – передняя высота рентгеновского снимка таранной кости

РгЗВ – задняя высота рентгеновского снимка таранной кости

РгВб – высота блока рентгеновского снимка таранной кости

РгДШиГ – длина шейки и головки рентгеновского снимка таранной кости

РгДГ – длина головки рентгеновского снимка таранной кости

УДб – указатель длины блока таранной кости

УДШиГ – указатель длины шейки и головки таранной кости

УДГ – указатель длины головки

ШПУ – широтно-продольный указатель таранной кости
УШБ – указатель ширины блока
ШПУБ – широтно-продольный указатель блока таранной кости
УПШБ – указатель передней ширины блока
УСБ – указатель сужения блока
УОШВСП – указатель общей ширины внешней суставной поверхности
УШГ – указатель ширины головки таранной кости
ВДУ – высотно-длиннотный указатель
ВПУБ – высотно-продольный указатель блока
УШнсп – указатель ширины задней суставной поверхности
РАМН – Российская Академия медицинских наук
ВК – вес таранной кости
ОК – объем таранной кости
CIOMS – Совет международных организаций медицинских наук
CV – коэффициент вариации
Median – медиана
 σ – среднее квадратичное отклонение
M-W – U-критерий Манна–Уитни
Valid N – количество наблюдений
Standart error – стандартная ошибка среднего
Min – минимальное значение
Max – максимальное значение
CV% – коэффициент вариации