

Вестник
Московского
университета
Антропология

Серия
XXIII

ISSN 2074-8132



Lomonosov
Journal of
Anthropology

Посвящается 270-летию
Московского государственного университета
имени М. В. Ломоносова

1/2026

**ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
СЕРИЯ XXIII. АНТРОПОЛОГИЯ
(LOMONOSOV JOURNAL OF ANTHROPOLOGY)**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

1/2026

Учредитель: Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

ISSN 2074-8132 (печатная версия)

Язык: русский, английский

Выходит с 2009 года

Периодичность: 4 номера в год
(март, июнь, сентябрь, декабрь)

Главный редактор: доктор исторических наук, академик РАН **А.П. Бужилова**

Редакционная коллегия:

д.б.н., проф. **Е.З. Година** – зам. главного редактора
проф. **К. Бозе** (Индия) – зам. главного редактора
к.б.н. **А.В. Сухова** – зам. главного редактора
к.б.н. **Е.Ю. Пермякова** – ответственный секретарь
проф. **Л.О. Битадзе** (Грузия)
д.и.н., проф., член-корр. РАН **М.Л. Бутовская**
д.и.н. **К.Н. Гаврилов**
проф. **Л. Епископосян** (Армения)
проф. **Г. Лхагвасүрэн** (Монголия)
д.и.н. **М.Б. Медникова**
д.б.н., проф. **М.А. Негашева**
к.и.н. **В.И. Хартанович**
д.м.н., проф. **Р.М. Хайруллин**

Редакционный совет:

д.и.н., проф., акад. РАН **Х.А. Амирханов**
д.б.н., проф. **Е.В. Балановская**
д.и.н., акад. РАН **А.В. Головнёв**
д.и.н., член-корр. РАН **М.В. Добровольская**
д.и.н. **А.Г. Козинцев**
д.б.н., доц. **М.Б. Лавряшина**
проф. **Б.К. Озер** (Турция)
д.б.н., член-корр. РАН **Е.Б. Прохорчук**
д.б.н., проф. **В.Д. Сонькин**
д.и.н. **Т.А. Чикишева**
д.и.н., член-корр. РАН **М.В. Шуньков**
проф. **Л. Чжао** (Китай)
проф. **Ч. Чжан** (Китай)
проф. **М. Эль-Шабрави** (Египет)
д.н. **Х. Ю** (Китай)

Научный редактор **А.А. Кастро Степанова**

Издатель: Издательский Дом МГУ
Адрес: 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 15
Тел.: +7 (495) 939-32-91
e-mail: info@msupress.com
<https://msupress.com/>

Адрес редакции: 125009, Москва, ул. Моховая, д. 11, стр. 1
НИИ и Музей антропологии имени Д.Н. Анучина
МГУ имени М.В.Ломоносова
Тел.: +7 (495) 629-75-21
e-mail: vestnikmsu23@mail.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере связи и массовых коммуникаций РФ.
Свидетельство регистрации ПИ № ФС77-35672
от 19 марта 2009 г.

Выход в свет 18.02.2026 г.
Цена свободная

Материалы журнала предназначены для лиц 16 лет и старше.

Веб-сайт журнала: <https://laj-msu.ru/>

**LOMONOSOV JOURNAL OF ANTHROPOLOGY
(VESTNIK MOSKOVSKOGO UNIVERSITETA
SERIES XXIII ANTHROPOLOGIYA)**

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC JOURNAL

1/2026

Founder: Lomonosov Moscow State University

ISSN 2074-8132 (print)

Journal is published since 2009

Language: Russian, English

Published quarterly (4 issues per year)
Timetable: March, June, September, December

Editor-in-Chief: Dr. Sci. (History), Academician of the Russian Academy of Sciences **Alexandra Buzhilova**

Editorial Board Members:

Dr. Sci. (Biology), Professor **Elena Godina** –
Deputi Editor-in-Chief
Professor **Kaushik Bose** (India) –
Deputi Editor-in-Chief
Cand. Sci. (Biology) **Alla Sukhova** –
Deputi Editor-in-Chief
Cand. Sci. (Biology) **Ekaterina Permyakova** –
Executive Secretary
Dr. Sci. (History) **Liana Bitadze** (Georgia)
Dr. Sci. (History), Professor, Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences, **Marina
Butovskaya**
Dr. Sci. (History) **Konstantin Gavrilov**
Cand. Sci. (History) **Valeri Khartanovich**
Dr. Sci. (Medicine), Professor **Radik Khayrullin**
Professor **Gundegmaa Lhagvasuren** (Mongolia)
Dr. Sci. (History) **Maria Mednikova**
Dr. Sci. (Biology), Professor **Marina Negasheva**
Professor **Levon Yepiskoposyan** (Armenia)

Scientific Advisory Board:

Dr. Sci. (History), Professor, Academician
of the Russian Academy of Sciences **Hizri
Amirkhanov**
Dr. Sci. (Biology), Professor **Elena Balanovska**
Dr. Sci. (History) **Tatiana Chikisheva**
Dr. Sci. (History) Corresponding Member of
the Russian Academy of Sciences **Maria
Dobrovolskaya**
Professor **Mortada El-Shabrawi** (Egypt)
Dr. Sci. (History) Full Member of the Russian Academy
of Sciences **Andrey Golovnev**
Dr. Sci. (History) **Alexander Kozintsev**
Dr. Sci. (Biology), Associate Professor **Maria
Lavryashina**
Professor **Başak Koca Özer** (Turkey)
Dr. Sci. (Biology) Corresponding Member of
the Russian Academy of Sciences **Egor
Prokhortchouk**
Dr. Sci. (History), Corresponding Member of
the Russian Academy of Sciences **Mikhail Shunkov**
Dr. Sci. (Biology), Professor **Valentin Son'kin**
Ph. D. **He Yu** (China)
Professor **Quanchao Zhang** (China)
Professor **Lingxia Zhao** (China)

Cand. Sci. (Biology) **Alexandra Castro Stepanova** –
Scientific Editor

Publisher: The Moscow University Press
Address: Leninskiye Gory, 1-15, Moscow, 119991, Russian
Federation
Phone: +7 (495)939-32-91
e-mail: info@msupress.com
<https://msupress.com/>

Editorial Office address: Anuchin Research Institute
and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University,
11 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russian Federation
Phone: +7 (495)629-75-36; +7 (495)629-43-76
e-mail: vestnikmsu23@mail.ru

Website: <https://laj-msu.ru/>

Биологическая антропология

Biological anthropology

- Сонькин В.Д., Парфентьева О.И.* Избыточный вес у детей 3-12 лет: причины, эффекты, профилактика. Сообщение 1. Образ жизни и питание **5**
- Сон'kin V.D., Parfenteva O.I.* Overweight in Children Aged 3-12: Causes, Effects, Prevention. Part 1. Lifestyle and Nutrition **5**
- Кузнецова О.А., Негашева М.А., Хафизова А.А., Синева И.М., Кремнева В.Н., Шер М.Л.* Регрессионные модели региональной вариации секулярного тренда длины тела в России в XX–XXI вв. **19**
- Kuznetsova O.A., Negasheva M.A., Khafizova A.A., Sineva I.M., Kremneva V.N., Sher M.L.* Regression models of regional variation in the secular trend of height in Russia in the 20th-21st centuries **19**
- Федотова Т.К., Горбачева А.К.* Еще раз о корреляции темпов соматического роста и возраста менархе на материалах лонгитудинального исследования 1960-69 годов **39**
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K.* Back to the problem of correlation between somatic growth rate and age at menarche (based on longitudinal study carried through 1960-69) **39**
- Приянка, Сиддики А., Кашьян К., Дас С., Бозе К.* Оценка нутритивного статуса взрослых женщин четырех особо уязвимых племенных групп из Чхаттисгарха, Индия, по измерениям окружности плеча **51**
- Priyanka, Aafreen Siddiqui, Kunal Kashyap, Subal Das, Kaushik Bose.* Nutritional status of Four Distinct PVTG Adult Females of Chhattisgarh, India using mid-upper-arm-circumference **51**
- Васильева А.А., Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Лавряшина М.Б.* Полиморфизм гена *FTO* rs9939609 в популяциях коренного населения Севера Западной Сибири **62**
- Vasileva A.A., Kozlov A.I., Vershubskaya G.G., Lavryashina M.B.* *FTO* gene polymorphism (rs9939609) in the indigenous populations of the North of Western Siberia **62**
- Брагина А.М., Тятенкова Н.Н.* Региональные особенности физического развития студенческой молодежи г. Ярославля **71**
- Bragina A.M., Tyatenkova N.N.* Regional peculiarities of physical development of Yaroslavl students **71**
- Руднев С.Г., Анисимова А.В., Година Е.З., Задорожная Л.В., Пермякова Е.Ю., Хомякова И.А., Сипатрова А.Г., Зубко А.В.* Методические вопросы биоимпедансного анализа: сопоставимость оборудования и влияние электродов на результат измерений **85**
- Rudnev S.G., Anisimova A.V., Godina E.Z., Zadorozhnaya L.V., Permiakova E.Yu., Khomyakova I.A., Sipatrova A.G., Zubko A.V.* Methodological issues of bioimpedance analysis: comparability of instruments and the impact of electrodes on measurement outcomes **85**
- Колясникова А.С.* Современные методы определения половой принадлежности по костям посткраниального скелета человека (аналитический обзор) **104**
- Kolyasnikova A.S.* Modern Methods of Sex Estimation from Human Postcranial Bones. A Critical Review **104**
- Воронцова Е.Л.* Метод индексов в межгрупповом сравнении: возможности и ограничения **112**
- Vorontsova E.L.* The index method for comparing groups: possibilities and limitations **112**

- Хафизова А.А., Ростовцева В.В., Мезенцева А.А., Дронова Д.А., Дашиева Н.Б., Короткова А.А., Стручкова Н.А., Иргит Ч.К., Мацакова Н.П., Бутовская М.Л.* Оценка предпочтений выраженности полового диморфизма по соматическим показателям у мужчин и женщин из восьми популяций с территории России **121**
- Khafizova A.A., Rostovtseva V.V., Butovskaya M.L., Mezentseva A.A., Dronova D.A., Dashieva N.B., Korotkova A.A., Struchkova N.A., Irgit Ch.K., Matsakova N.P., Butovskaya M.L.* Assessing Preferences for Sexual Dimorphism in Somatic Traits among Men and Women from Eight Populations across Russia **121**

Историческая антропология

- Васильев С.В., Веселовская Е.В., Просикова Е.А., Рашковская Ю.В., Васильев Д.В.* Раскопки в Благовещенском монастыре Астрахани. Археология, краниология, восстановление облика погребенных **139**
- Гусева В.П., Буряк А.Д., Фёдоров А.С., Данилевская В.И., Пантелеева Т.А.* Палеопатологическая характеристика населения средневековой Вологды (по материалам некрополя 2-й половины XV – 1-й половины XVI в.) **152**
- Ходырева Д.С.* Одонтологическая характеристика трех индивидов из гуннских погребений Крыма (на примере античных могильников Усть-Альма и Беляус) **165**
- Нелюбов С.А.* Традиции питания населения Донской лесостепи раннего железного века по данным изотопных исследований: новые данные и интерпретации в **175**

Anthropology

- Vasiliev S.V., Veselovskaya E.V., Prosikova E.A., Rashkovskaya Y.V., Vasiliev D.V.* Excavations at the Annunciation Monastery in Astrakhan. Archaeology, craniology, craniofacial reconstruction of the buried **139**
- Guseva V.P., Buryak A.D., Fedorov A.S., Danilevskaya V.I., Panteleeva T.A.* Bioarchaeology of Medieval Vologda: Pathology and Adaptation Based on Anthropological Data from the Necropolis (2nd Half of the 15th – 1st Half of the 16th Centuries) **152**
- Khodyreva D.S.* Dental morphology of three individuals from Hunnic-period burials in Crimea (based on materials from the Ust-Alma and Belyaus necropolises) **165**
- Nelyubov S.A.* Nutritional traditions of Early Iron Age Don Forest-steppe population according to isotope research: new data and interpretations **175**

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Обзор / Review

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-1>

УДК/UDC 572.5/.9

Избыточный вес у детей 3-12 лет: причины, эффекты, профилактика. Часть 1. Образ жизни и питание

В.Д. Сонькин^{1,2}, О.И. Парфентьева¹ ✉

¹ Институт развития, здоровья и адаптации ребенка Министерства просвещения России, Москва, Российская Федерация

² Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва, Российская Федерация

✉ parfenteva.olga@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Введение. Избыточный вес демонстрирует катастрофическое распространение по всем экономически развитым странам мира, несмотря на всемирные усилия по его профилактике. Целью работы был анализ предикторов избыточного веса, последствий его формирования и подходов к профилактике у детей.

Материалы и методы. Для анализа современного состояния изучения избыточного веса у детей 3-12 лет были использованы материалы из 168 зарубежных источников литературы из международной базы данных PubMed. Критерием включения источника в рассмотрение были репрезентативные выборки и наличие количественных данных по детям в возрастном интервале от 3 до 12 лет, характеризующих тот или иной аспект проблемы избыточного веса. Поиск информации проводился по следующим направлениям: «дети дошкольного и младшего школьного возраста», «избыточный вес и/или ожирение», «рацион питания», «экранный время», «сидячий образ жизни», «качество сна», «физическая (мышечная) работоспособность», «двигательная подготовленность», «физическая (двигательная) активность», «влияние окружающей среды».

Результаты и обсуждение. В Части 1 систематизированы сведения о роли низкой двигательной активности, распределения времени на разные виды активности, неправильного рациона питания, пищевого поведения, структуры и регулярности питания.

Заключение. Материалы, рассмотренные в Части 1, демонстрируют распределение избыточного веса и ожирения в мире, а также отражают важную роль низкой двигательной активности в формировании условий для развития избыточного веса и метаболического синдрома в детском возрасте. Даже небольшое перераспределение времени в течение суток с условием всего лишь 10%-ного увеличения времени активных движений, способно снять остроту проблемы и предотвратить формирование избыточного веса у значительных контингентов детского населения. Вносит свой немалый вклад в формирование избыточного веса и неправильный рацион питания, особенно регулярное использование детьми подслащенных напитков. Другие аспекты проблемы избыточного веса у детей, включая роль окружающей среды, семьи, социально-экономических факторов, будут рассмотрены в Части 2.

Ключевые слова: дети 3-12 лет; избыточный вес; малоподвижный образ жизни; неправильный рацион питания; влияние семьи и родителей

Благодарности. Данная статья выполнена в рамках государственного задания № 073-00070-25-03 от 29.05.2025.

Для цитирования: Сонькин В.Д., Парфентьева О.И. Избыточный вес у детей 3-12 лет: причины, эффекты, профилактика. Часть 1. Образ жизни и питание // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 5-18. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-1>

Overweight in Children Aged 3-12: Causes, Effects, Prevention. Part 1. Lifestyle and Nutrition

Valentin D. Son'kin ^{1,2}, Olga I. Parfenteva ¹ ✉

¹ Institute of Child Development, Health and Adaptation of the Ministry of Education of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

² Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow, Russian Federation

✉ parfenteva.olga@gmail.com

ABSTRACT

Introduction. Child overweight demonstrates a catastrophic spread across all economically developed countries of the world, despite global efforts for its prevention. The aim of this research paper was to analyze predictors of overweight, the consequences of its development, and approaches to its prevention in children.

Materials and Methods. To analyze the current state of knowledge on excess weight in children aged 3-12 years, materials from 168 literature sources from the PubMed database were used. The inclusion criteria for a source were representative samples and the availability of quantitative data for children in the age range from 3 to 12 years, characterizing one or another aspect of the problem of excess weight. The information search was conducted in the following areas: "preschool and primary school children", "overweight and/or obesity", "diet", "screen time", "sedentary lifestyle", "sleep quality", "physical (muscular) performance", "physical fitness", "physical (motor) activity", "environmental influence".

Results and discussion In Report 1, the role of low physical activity, distribution of time for different types of activity, improper diet, eating behavior, meal structure, and regularity was systematized.

Conclusion. The materials reviewed in Report 1 demonstrate the global distribution of overweight and obesity, and highlight the significant role of low physical activity in creating conditions for the development of overweight and metabolic syndrome in childhood. Even a slight reallocation of time during the day, with just a 10% increase in time spent on active movement, can alleviate the severity of the problem and prevent the development of overweight in significant segments of the child population. An improper diet, particularly the regular consumption of sweetened beverages by children, also contributes significantly to the development of overweight. Other aspects of the overweight problem in children, including the role of the environment, family, and socio-economic factors, will be discussed in Report 2.

Keywords: children 3-12 years old; overweight; sedentary lifestyle; improper diet; family and parental influence

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of № 073-00070-25-03 or 29.05.2025

For citation: Son'kin V.D., Parfenteva O.I. Overweight in Children Aged 3-12: Causes, Effects, Prevention. Part 1. Lifestyle and Nutrition. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 5-18. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-1>

Введение

Проблема метаболического синдрома и его внешних проявлений – избыточного веса и ожирения – остается актуальной в большинстве стран мира, причем она захватывает все более молодых людей, активно распространившись в дошкольный и младший школьный возраст. По-видимому, это сопряжено с технологической революцией, которая ведет к гипокинезии начиная с раннего возраста. А вслед за этим раскрывается патогенетический механизм положительной обратной связи: избыточный вес препятствует реализации достаточной двигательной активности – в результате расход энергии становится меньше, чем её приход – и это ведет к дальнейшему торможению двигательной активности, тем более что параллельно ухудшаются характеристики двигательной подготовленности и состояния кардиореспираторной системы. И что особенно важно – от избыточного веса и ожирения нет эффективных лекарств, эту болезнь нельзя вылечить раз и навсегда, её можно только предупредить – не допустить её распространения.

Цели работы:

- Определить наиболее актуальные направления научных исследований феноменологии избыточного веса у детей
- Выявить факторы, способствующие развитию избыточного веса
- Оценить негативные эффекты избыточного веса для состояния здоровья детей, в том числе для их двигательных возможностей
- Намечить эффективные пути профилактики избыточного веса у детей дошкольного и младшего школьного возраста

Материалы и методы

Анализ зарубежной литературы из международной базы PubMed преимущественно за последние 10-15 лет.

Критерием включения в анализ было полноценное поперечное или продольное исследование на представительных выборках с использованием объективных средств измерения показателей морфологии, двигательной активности и временных параметров. Поиск информации проводился по следующим направлениям: «дети дошкольного и младшего школьного возраста», «избыточный вес и/или ожирение», «рацион питания», «экранный образ жизни», «качество сна», «влияние окружающей среды», «физическая (мышечная) работоспособность», «двигательная подготовленность», «двигательная активность». Для анализа было отобрано 168 публикаций за период с 1999 по 2024 г.

Результаты

Распространенность избыточного веса (ИВ) и ожирения (ОЖ) в странах мира

Распространенность ИВ в локальных популяциях 19 стран мира отражена в 25 публикациях и в графической форме представлена на рисунке 1. Эти данные показывают, что наиболее высокий уровень распространенности ИВ (свыше 30% детского населения) регистрируется в странах Центральной и Восточной Европы (8 стран), Португалии, Испании, а также США. Наиболее благополучная ситуация (10-15% детей имеют ИВ) отмечается в Сербии, во Франции, Италии, Дании, Германии и китайской провинции Гуанчжоу. Такие страны как Швеция, Финляндия, Ирландия занимают промежуточное положение (около 20%). Согласно российским данным, дети 3–12 лет демонстрируют средний уровень распространенности ИВ – около 25% (Руднев, 2014). Минимальный уровень встречаемости ИВ зарегистрирован в Гане (1,9%) и Нигерии (2,1%), при этом в этих странах высока доля детей с недостаточным весом, что может свидетельствовать о пищевом неблагополучии детей в Центральной Африке (Kwabla et al., 2018, Umeokonkwo et al., 2020).

Предикторы ИВ

Для целей содержательного анализа публикации были распределены по тематическим рубрикам, причем одна публикация присутствовала как минимум в одной рубрике (максимально – в 5). Вычисляли процент публикаций, отнесенных к каждой из тематических рубрик. На этом основании судили об актуальности (востребованности) того или иного направления исследований.

Предикторы ИВ представлены в разных по тематике публикациях. Относительная доля этих тематик в общем объеме проанализированной информации дает некоторое представление о направленности интересов научного сообщества на изучение того или иного предиктора. Эти доли в проанализированном нами массиве информации представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 Распространенность избыточного веса и ожирения детей 3-12 лет в разных странах мира. Указаны доли (точкой) и 95% доверительные интервалы (планка ошибок)
 Figure 1. Prevalence of overweight and obesity in children aged 3-12 years in various countries

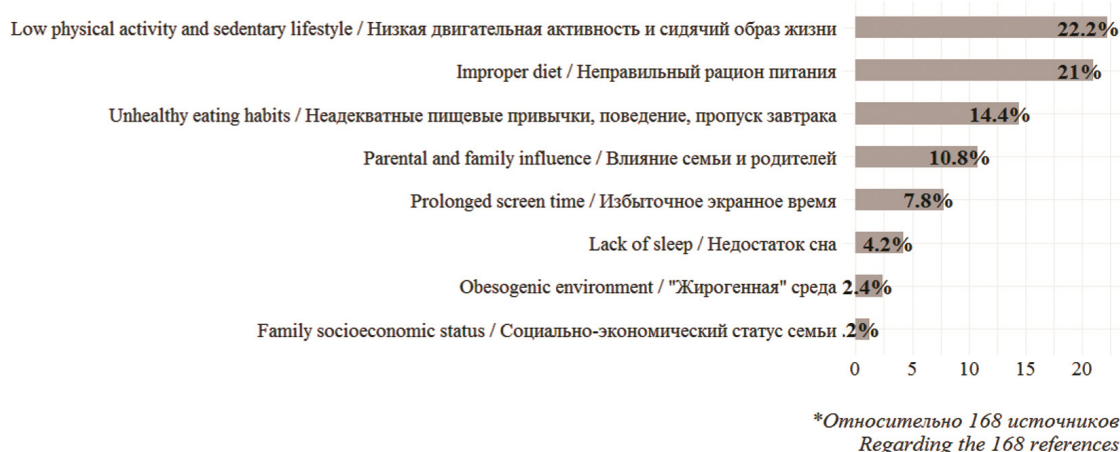


Рисунок 2. Доля публикаций, посвященных предикторам избыточного веса, относительно 168 проанализированных источников
 Figure 2. The proportion of publications focused on overweight predictors, out of the 168 sources analyzed

Таким образом, если рассматривать приведенные проценты как весовые коэффициенты того или иного фактора, важнейшим предиктором избыточного веса и ожирения у детей на сегодняшний день представляется низкая двигательная активность и предпочтение сидячего образа жизни.

Низкая двигательная активность. Этот аспект проблемы ИВ исследовали, в частности, канадские ученые (Charut et al., 2012). Было проведено поперечное исследование с участием 550 детей европеоидной расы в возрасте 8–10 лет, имеющих как минимум одного биологического родителя с ожирением. Физическая активность, время, затраченное на малоподвижный образ жизни (определялось с помощью акселерометра в течение 7 дней) и показатели ожирения (процент жира в организме, измеренный методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, и соотношение окружности талии к росту) были объективно измерены. Авторы анализировали связи между уровнями интенсивности движений и ожирением с помощью многоуровневых линейных регрессионных моделей с поправкой на возраст, пол, продолжительность сна, потребление энергии, половое созревание, социально-экономический статус родителей и индекс массы тела родителей. Объективно измеренное время малоподвижного образа жизни не было связано с показателями ожирения в этой когорте. Однако время физической активности от умеренной до высокой интенсивности (ФАУВИ) было обратно пропорционально проценту жира в организме (коррект. $\beta = -0,047$; $P = 0,02$) и соотношению талии к росту (коррект. $\beta = -0,071$; $P < 0,001$) независимо от времени сидячего образа жизни и других сопутствующих факторов. Дети, которые не накапливали ≥ 60 мин ФАУВИ в день, как это рекомендует Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), с большей вероятностью имели избыточный вес или ожирение по сравнению с теми, кто соответствовал рекомендациям ВОЗ (WHO, 2021) (отношение шансов (ОШ) 2,22, 95% доверительный интервал 1,45–3,38). Напротив, не было никакой разницы в вероятности быть отнесенными к категории с ИВ или ожирением (ОЖ) между теми, кто соответствовал другой рекомендации ВОЗ – не расходовать более 2 ч в день на экранное время, и теми, кто не соответствовал этой рекомендации. Таким образом, ав-

торы полагают, что физическая активность имеет большее влияние на профилактику ИВ и ОЖ, чем контроль сидячего образа жизни.

Эти результаты согласуются с данными другой группы канадских исследователей, которая показала отсутствие связи между временем, затраченным на малоподвижный образ жизни, измеренным с помощью акселерометра, и риском для здоровья у детей и подростков. Даже при анализе характера и количества времени, проведенного в малоподвижном образе жизни, в сравнении с маркерами здоровья выявлено немного корреляций, и они были значимы только у мальчиков в возрасте 11–14 лет, в отличие от девочек и от мальчиков более раннего возраста (Colley et al., 2013). Вероятно, имеет значение также характер занятий в сидячем положении – ведь только часть этого времени уделена телевизору или компьютеру, причем эта часть различается у мальчиков и девочек (у мальчиков больше времени занимают компьютерные игры) (LeBlanc et al., 2015). Тем не менее, международная группа авторов, обследовавшая американских детей и подростков (810 детей и 2062 подростков), пришла к выводу, что длительное время, проведенное за пассивным просмотром телевизора/видео, связано с накоплением жира у детей и подростков независимо от уровня их физической активности (Liao et al., 2021). Сходные результаты представлены коллективом эстонских авторов, которые установили, что только около 11% детей выполняют рекомендации ВОЗ по объему нагрузок умеренной и высокой интенсивности (Riso et al., 2016).

Распределение времени на разные виды активности. Таларико Р. и Джансен И. проанализировали компоненты суточного баланса времени с точки зрения их влияния на состав тела (Talarico, Janssen, 2018). Учитывали время сна, малоподвижного образа жизни (МПЖ), малоинтенсивной физической активности (МИФА) и умеренно-интенсивной физической активности (УИФА). Участниками исследования стали 434 ребёнка в возрасте от 10 до 13 лет. В течение 7 дней они носили акселерометр для определения времени, проведённого в МПЖ, МИФА и УИФА. Показателями ожирения были индекс массы тела, окружность талии и индекс жировой массы. Для оценки связи между составом двигательного поведения и показателями ожирения использовался композиционный анализ данных. Компо-

зиционная модель позволяет прогнозировать результаты перераспределения разных компонентов суточной активности. Авторы пришли к заключению, что состав двигательного поведения в течение суток связан с показателями ОЖ. Результаты моделирования показывают, что изменение состава двигательного поведения путем увеличения УИФА и уменьшения МПЖ будет наиболее эффективным подходом к улучшению показателей ОЖ.

Сходный методический подход, также основанный на применении композиционного анализа данных, использовали китайские авторы в ходе обследования 389 учащихся в возрасте от 6 до 16 лет. Акселерометры использовались для измерения физической активности от умеренной до высокой интенсивности (ФАУВИ), физической активности низкой интенсивности (ФАНИ), малоподвижного образа жизни (МОЖ) и сна. Связь между двигательной активностью в течение 24 часов и ИМТ анализировалась с использованием композиционного анализа данных. На основании результатов перераспределения 10% от одного компонента к другому, замена МОЖ на ФАУВИ может быть подходящей целью вмешательства при ожирении у учащихся начальной школы, в то время как увеличение ФАУВИ или ФАЕИ за счет МОЖ может быть эффективным средством контроля ожирения у учащихся средней школы (Chen et al., 2023). Таким образом, требуется не универсальный, а специализированный подход к формированию программы профилактики для детей и для подростков. К аналогичным выводам приходят авторы проспективного исследования с участием детей от 6 до 15 лет (Dalene et al., 2017), а также английские исследователи, изучавшие с участием 318 британских детей в возрасте 10-11 лет, композицию суточных затрат времени на различную двигательную активность с помощью акселерометров в течение 7 дней с октября по декабрь (Fairclough et al., 2018). По мнению австралийских авторов (Cleland et al., 2008), поощрение детей 10-12 лет проводить больше времени на открытом воздухе может быть эффективной стратегией для повышения физической активности и предотвращения роста ИВ и ОЖ. Следует иметь в виду, что дети с ИВ и ОЖ не только меньше двигаются, чем дети нормального веса, но и движения у них смещены в сторону низкой интенсивности, что ослабляет профилактический эффект двигательной активности (Dorsey et al., 2011).

Авторы сложно организованного продольно-поперечного исследования (Fulton et al., 2009) задались вопросом: в какой степени факторы, влияющие на энергетический баланс, способствуют развитию ожирения у детей и подростков. В исследовании участвовали 245 девочек и 227 мальчиков, наблюдавшиеся в течение 4 лет с момента начала исследования в возрасте 8, 11 или 14 лет. Анализ с использованием моделей, скорректированных по возрасту, уровню полового созревания и величине ИМТ, показал, что потребление энергии не связано с содержанием жира в организме. Время, затраченное на малоподвижный образ жизни, не было связано ни с количеством жира, ни с ИМТ. В то же время, объем физической активности умеренной или высокой интенсивности был обратно пропорционален содержанию жира в организме.

В продольном исследовании (Mitchell et al., 2013) у детей ($n = 938$) в возрасте 9, 11, 12 и 15 лет объективно измерялось время, проведенное в умеренной и интенсивной физической активности, и рассчитывался ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$). Показано, что время, проведенное в умеренной и интенсивной физической активности, отрицательно коррелировало с изменением ИМТ в возрасте от 9 до 15 лет. Эта связь была наиболее выражена в верхней части распределения ИМТ, а увеличение активного времени может способствовать снижению распространенности детского ожирения.

Однако, по-видимому, все не так линейно, и некоторые авторы приходят к парадоксальным выводам, сопоставляя уровень физической активности ребенка с уровнем его работоспособности. Так, в работе (Blaes et al., 2011), в исследовании участвовали 86 мальчиков и 101 девочка в возрасте от 6 до 12 лет. Физическая активность измерялась в течение 7 дней с использованием акселерометра по 5-секундным интервалам времени. Физическая работоспособность оценивалась с помощью тестов EUROFIT (антропометрические данные, прыжок в длину с места, челночный бег 10×5 метров, рывок вперед, сила хвата, количество приседаний за 30 секунд, бег 20 метров). Связи между физической активностью и физической работоспособностью не обнаружено. Только у мальчиков ожирение было отрицательно связано с высокой физической активностью ($r = -0,38$, $p < 0,001$) и очень высокой физической активностью ($r = -0,35$, $p < 0,01$), в отличие от легкой физической активности ($r = 0,28$, $p < 0,01$),

которая была положительно связана с ожирением. Таким образом, в возрасте от 6 до 12 лет более активные дети не были наиболее физически подготовленными.

К сожалению, только меньшая часть детей (25-30%) выполняет рекомендации ВОЗ по времени, отведенному на физическую активность умеренной и высокой интенсивности – не менее 60 минут в день (WHO, 2021). Об этом свидетельствуют данные многих авторов (Ortega et al., 2007, Lee et al., 2014, Lätt et al., 2015, Keane et al., 2017, Wilkie et al., 2018). Многонациональное исследование, проведенное с целью выявить взаимосвязи между двигательной активностью на протяжении учебной недели и выходных, с участием 5779 детей 9-11 лет в 12 странах, показало, что более низкие уровни физической активности умеренной или высокой интенсивности или более высокие уровни малоподвижного образа жизни как в будние дни, так и в выходные дни были связаны с повышенным риском ожирения у детей (Li et al., 2019).

Неправильный рацион питания. На втором месте в числе предикторов избыточного веса после малой подвижности следует неправильный рацион питания, что означает, в частности, использование в пищу значительных количеств добавочных сахаров (Gibson et al., 2009, Louie et al., 2016, Magriplis et al., 2021, Yan et al., 2022) и мучных изделий. Например, испанские исследователи озабочены соблюдением пропорций важнейших компонентов диеты для детей – углеводов, микронутриентов, и т.п., без чего невозможна адекватная профилактика избыточного веса и ожирения (López-Sobaler et al., 2017, López-Sobaler et al., 2019). Разнообразии питания китайских дошкольников также привлекает к себе внимание исследователей (Jiang et al., 2018). Более высокое разнообразие отмечено в городе, в более состоятельных семьях и при более частом потреблении пищи вне дома.

Рацион питания сам по себе может быть сбалансированным и профилактирующим образованием ИВ, но может быть и «жирогенным», то есть способствующим развитию метаболического синдрома уже в детском возрасте (Perry et al., 2015). При этом рацион формируется под влиянием культурных традиций семьи и социума, а также существенно зависит от социально-экономического статуса семьи, в которой растет ребенок (Yamaguchi et al., 2018, Hosseini et al.,

2019, Fayet-Moore et al., 2020). В связи с этим, определенная часть исследований направлена на сопоставление рационов питания в разных социо-экономических стратах, в разных школах и в разных странах – есть в мире места, где за адекватное питание детей в детском саду и школе нужно бороться (Nasreddine et al., 2022, Sagbo, Kpodji, 2023), и ученые принимают в этом посильное участие.

Гликемический индекс. Уоррен Дж. с соавт. (Warren et al., 2003) проверяли гипотезу, согласно которой диета с низким гликемическим индексом (ГИ) может играть роль в лечении ожирения благодаря своей способности повышать чувство сытости и регулировать аппетит. Целью данного исследования было изучение влияния трёх тестовых завтраков – с низким ГИ, с низким ГИ с добавлением 10% сахарозы и с высоким ГИ – на потребление обеда по желанию, аппетит и чувство сытости, а также сравнение этих показателей с исходными значениями при обычном завтраке. В исследовании приняли участие 37 детей в возрасте от 9 до 12 лет (15 мальчиков и 22 девочки). Соотношение детей без ИВ и детей с ИВ/ОЖ составило 70:30. Обед представлял собой питание по типу шведского стола, детям был предоставлен свободный доступ к различным продуктам питания. Тип завтрака статистически значимо влиял на среднее потребление энергии в обеденное время: потребление обеда было ниже после завтраков с низким ГИ и низким ГИ с добавлением сахарозы по сравнению с потреблением обеда после завтраков с высоким ГИ и обычных завтраков (которые имели высокий ГИ). Таким образом, было впервые с участием детей показано, что продукты с низким ГИ могут играть важную роль в контроле веса и лечении ожирения. Влияние долгосрочного (10 недель) вмешательства, включавшего завтраки с низким и высоким ГИ, на потребление энергии и макронутриентов у детей в возрасте 8–11 лет, дали обнадеживающие результаты в плане снижения потребления калорий в экспериментальной группе (Henry et al., 2007).

Вода и другие жидкости в рационе ребенка. Одним из важных аспектов рациона питания является потребление жидкостей, поскольку оно включает не только обычную воду, но также газированные напитки, молоко, фруктовые соки и т.п. Этот аспект был изучен английскими исследователями (Henry et al., 2007).

дователями (Vieux et al., 2017), которые выявили, что потребление водопроводной воды увеличивалось с ростом дохода и было самым высоким на юге Англии. Общее потребление воды (1338 мл/сут) обеспечивалось за счёт простой воды (19%), напитков (48%) и влаги, содержащейся в пище (33%). Потребление бутилированной воды, газированных напитков, чая и кофе увеличивалось с возрастом, тогда как потребление молока снижалось. Около 88,7% детей не соответствовали стандартам Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов по адекватному потреблению воды. Суточный дефицит воды варьировал от 322 мл/сут до 659 мл/сут. Соотношение воды и калорий составило 0,845 л/1000 ккал, что ниже желаемого уровня в 1,0–1,5 л/1000 ккал.

В некоторых странах, в частности в США, официальные правительственные структуры рекомендуют гражданам отказываться от сладких напитков и соков в пользу обыкновенной воды или молока – с целью снижения риска развития метаболического синдрома. В работе (Vieux et al., 2020) представлены результаты обследования 7453 детей (4–18 лет) и 15 263 взрослых в динамике с 2011 по 2016 год. Согласно этим данным, общее потребление воды детьми и взрослыми оставалось неизменным, однако питьевая вода, как водопроводная, так и бутилированная, постепенно замещала воду с сахаром в рационе питания жителей США. Вразрез с этими данными, среди детей Новой Зеландии сладкие напитки очень популярны, особенно в нижних слоях социально-экономической пирамиды (Smirk et al., 2021). А вот китайские авторы отмечают, что дети 6-17 лет пьют главным образом обычную воду (Guo et al., 2020). Среднее значение \pm стандартное отклонение общего потребления воды (ОПВ) составило 1603 ± 731 мл/день для мальчиков и 1487 ± 661 мл/день для девочек. Обычная вода, пищевые продукты и другие напитки составили 51%, 20% и 29% ОПВ. Многофакторный анализ показал, что ОПВ у детей увеличивается с возрастом, в городских районах и дневных школах, а также с ростом экономического и образовательного уровня родителей. У большинства детей (82%) ОПВ не соответствовало рекомендованным нормам, и этот процент увеличивался с возрастом, за исключением мальчиков 14–17 лет.

Одним из важнейших факторов накопления избыточного веса у детей, по мнению многих

исследователей, является употребление сладких напитков, включая фруктовые соки. Это было детально изучено, например, датскими учеными на 358 детях 9-летнего возраста, наблюдавшихся в течение 6 лет (Zheng et al., 2015). Многомерная линейная регрессия использовалась для изучения связи между потреблением напитков на исходном уровне и изменением уровня жировой ткани (z-оценка индекса массы тела (ИМТ)), окружностью талии (ОТ) и суммой четырех кожных складок ($\Sigma 4SF$) в течение 6 лет с поправкой на потенциальные факторы, искажающие результаты. Для оценки различных напитков в качестве альтернативы сладким напиткам (СН) использовались модели замены водой или молоком. Потребление СН в возрасте 9 лет, но не других напитков, было напрямую связано с последующими 6-летними изменениями ИМТ ($\beta = 0,05$; $P = 0,02$) и $\Sigma 4SF$ ($\beta = 0,86$; $P = 0,02$). Ежедневная замена 100 г СН на 100 г воды была обратно связана с изменениями ИМТ ($\beta = -0,04$; $P = 0,02$), ОТ ($\beta = -0,29$; $P = 0,04$) и $\Sigma 4SF$ ($\beta = -0,91$; $P = 0,02$) в течение 6 лет. Ежедневная замена 100 г СН на 100 г молока также имела обратную связь с изменениями ИМТ ($\beta = -0,05$; $P = 0,02$), ОТ ($\beta = -0,33$; $P = 0,046$) и $\Sigma 4SF$ ($\beta = -0,79$; $P = 0,06$). Замена сладких напитков 100% фруктовым соком не оказывала никакого влияния. Таким образом было показано, что потребление подслащенных напитков связано с долгосрочными изменениями в уровне ожирения у детей, а замена сладких напитков водой или молоком, но не 100% фруктовым соком, обратно пропорциональна развитию ожирения.

Заключение

Материалы, рассмотренные в Части 1, отражают широкое распространение ИВ по всему миру, а также важнейшую роль низкой двигательной активности в формировании условий для развития ИВ и метаболического синдрома в детском возрасте. Тот факт, подчеркиваемый многими авторами, что дети в огромном большинстве случаев не выполняют рекомендации ВОЗ по профилактике ИВ с помощью рекомендованного объема двигательной активности умеренной и высокой интенсивности, свидетельствует о недостаточном внимании к проблеме со стороны родителей и педагогического сообщества. Модельные исследования показывают, что даже небольшое перераспределение времени в течение суток с условием всего лишь

10%-ного увеличения времени активных движений, способно снять остроту проблемы и предотвратить формирование ИВ у значительных контингентов детского населения (Chen et al., 2023). Безусловно, вносит свой вклад и неправильный рацион питания, особенно регулярное использование детьми подслащенных напитков (Zheng et al., 2015).

Список литературы

- Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., Николаев Д.В., Старунова О.А. с соавт. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М.: РИО ЦНИИОИЗ. 2014.
- Ara I., Moreno L.A., Leiva M.T., Gutin B., Casajús J.A. Adiposity, physical activity, and physical fitness among children from Aragón, Spain. *Obesity (Silver Spring)*, 2007, 15 (8), pp. 1918-24. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.228>
- Blaes A., Baquet G., Fabre C., Van Praagh E., Berthoin S. Is there any relationship between physical activity level and patterns, and physical performance in children? *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2011, 8, pp. 122. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-122>
- Champion S.L., Rumbold A.R., Steele E.J., Giles L.C., Davies M.J., et al. Parental work schedules and child overweight and obesity. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2012, 36 (4), pp. 573-80. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.252>
- Chaput J.P., Lambert M., Mathieu M.E., Tremblay M.S., O'Loughlin J., et al. Physical activity vs. sedentary time: independent associations with adiposity in children. *Pediatr Obes*, 2012, 7 (3), pp. 251-258. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2011.00028.x>
- Chen H., Wang L.J., Xin F., Liang G., Zhou Y.L. Associations between 24-h movement behaviours and BMI in Chinese primary- and middle-school students. *J. Exerc. Sci Fit.*, 2023, 21 (2), pp. 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.01.002>
- Cleland V., Crawford D., Baur L.A., Hume C., Timperio A., et al. A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2008, 32 (11), pp. 1685-1693. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.171>
- Colley R.C., Garriguet D., Janssen I., Wong S.L., Saunders T.J., et al. The association between accelerometer-measured patterns of sedentary time and health risk in children and youth: results from the Canadian Health Measures Survey. *BMC Public Health*, 2013, 13, pp. 200. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-200>
- Dalene K.E., Anderssen S.A., Andersen L.B., Steene-Johannessen J., Ekelund U., et al. Cross-sectional and prospective associations between physical activity, body mass index and waist circumference in children and adolescents. *Obes. Sci Pract.*, 2017, 3 (3), pp. 249-257. <https://doi.org/10.1002/osp4.114>
- Dorsey K.B., Herrin J., Krumholz H.M. Patterns of moderate and vigorous physical activity in obese and overweight compared with non-overweight children. *Int. J. Pediatr. Obes.*, 2011, 6 (2), pp. e547-e555. <https://doi.org/10.3109/17477166.2010.490586>
- Drenowatz C., Steiner R.P., Brandstetter S., Klenk J., Wabitsch M., et al. Organized sports, overweight, and physical fitness in primary school children in Germany. *J. Obes.*, 2013, pp. 935245. <https://doi.org/10.1155/2013/935245>
- Fairclough S.J., Dumuid D., Mackintosh K.A., Stone G., Dagger R., et al. Adiposity, fitness, health-related quality of life and the reallocation of time between children's school day activity behaviours: A compositional data analysis. *Prev. Med. Rep.*, 2018, 11, pp. 254-261. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.07.011>
- Fayet-Moore F., McConnell A., Cassettari T., Tuck K., Petocz P., et al. Vegetable intake in Australian children and adolescents: the importance of consumption frequency, eating occasion and its association with dietary and sociodemographic factors. *Public Health Nutr.*, 2020, 23 (3), pp. 474-487. <https://doi.org/10.1017/S1368898001900209X>
- Fulton J.E., Dai S., Steffen L.M., Grunbaum J.A., Shah S.M., et al. Physical activity, energy intake, sedentary behavior, and adiposity in youth. *Am. J. Prev. Med.*, 2009, 37 (1), pp. S40-S49. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.04.010>
- Gibson S., Boyd A. Associations between added sugars and micronutrient intakes and status: further analysis of data from the National Diet and Nutrition Survey of Young People aged 4 to 18 years. *Br. J. Nutr.*, 2009, 101 (1), pp. 100-107. <https://doi.org/10.1017/S0007114508981484>
- Guo Q., Wang B., Cao S., Jia C., Zhao L., et al. Patterns and sociodemographic determinants of water intake by children in China: results from the first national population-based survey. *Eur. J. Nutr.*, 2020, 59 (2), pp. 529-538. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01921-w>
- Henry C.J., Lightowler H.J., Strik C.M. Effects of long-term intervention with low- and high-glycaemic-index breakfasts on food intake in children aged 8-11 years. *Br. J. Nutr.*, 2007, 98 (3), pp. 636-640. <https://doi.org/10.1017/S0007114507727459>
- Hjorth M.F., Chaput J.P., Ritz C., Dalskov S.M., Andersen R., Astrup A., Tetens I., Michaelsen K.F., Sjödin A. Fatness predicts decreased physical activity and increased sedentary time, but not vice versa: support from a longitudinal study in 8- to 11-year-old children. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2014, 38 (7), pp. 959-65. <https://doi.org/10.1038/ijo.2013.229>
- Hosseini S.H., Papanikolaou Y., Isalm N., Rashmi P., Shamloo A., et al. Consumption Patterns of Grain-Based Foods among Children and Adolescents in Canada: Evidence from Canadian Community Health Survey-Nutrition 2015. *Nutrients*, 2019, 11 (3), pp. 623. <https://doi.org/10.3390/nu11030623>
- Hubbard K., Economos C.D., Bakun P., Boulos R., Chui K., et al. Disparities in moderate-to-vigorous physical activity among girls and overweight and obese schoolchildren during school- and out-of-school time. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2016, 13, pp. 39. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0358-x>
- Jabbour G., Lambert M., O'Loughlin J., Tremblay A., Mathieu M.E. Mechanical efficiency during a cycling test is not lower in children with excess body weight and low aerobic fitness. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21 (1), pp. 107-114. <https://doi.org/10.1002/oby.20241>
- Jansen W., Mackenbach J.P., Joosten-van Zwanenburg E., Brug J. Weight status, energy-balance behaviours and intentions in 9-12-year-old inner-city children. *J. Hum. Nutr. Diet.*, 2010, 23 (1), pp. 85-96. <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2009.01027.x>
- Jiang H., Zhao A., Zhao W., Tan S., Zhang J., et al. Do Chinese Preschool Children Eat a Sufficiently Diverse Diet? A Cross-Sectional Study in China. *Nutrients*, 2018, 10 (6), pp. 794. <https://doi.org/10.3390/nu10060794>

- Keane E., Layte R., Harrington J., Kearney P.M., Perry I.J. Measured parental weight status and familial socio-economic status correlates with childhood overweight and obesity at age 9. *PLoS One*, 2012, 7 (8), pp. e43503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043503>
- Keane E., Li X., Harrington J.M., Fitzgerald A.P., Perry I.J., et al. Physical Activity, Sedentary Behavior and the Risk of Overweight and Obesity in School-Aged Children. *Pediatr. Exerc. Sci.*, 2017, 29 (3), pp. 408-418. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0234>
- Kwabla M.P., Gyan C., Zotor F. Nutritional status of in-school children and its associated factors in Denkyembo District, eastern region, Ghana: comparing schools with feeding and non-school feeding policies. *Nutr. J.*, 2018, 17 (1), 8. <https://doi.org/10.1186/s12937-018-0321-6>
- Lätt E., Mäestu J., Ortega F.B., Rääsk T., Jürimäe T., et al. Vigorous physical activity rather than sedentary behaviour predicts overweight and obesity in pubertal boys: a 2-year follow-up study. *Scand. J. Public Health*, 2015, 43 (3), pp. 276-282. <https://doi.org/10.1177/1403494815569867>
- Learmonth Y.C., Hebert J.J., Fairchild T.J., Møller N.C., Klakk H., et al. Physical education and leisure-time sport reduce overweight and obesity: a number needed to treat analysis. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2019, 43 (10), pp. 2076-2084. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0300-1>
- LeBlanc A.G., Broyles S.T., Chaput J.P., Leduc G., Boyer C., et al. Correlates of objectively measured sedentary time and self-reported screen time in Canadian children. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2015, 12, pp. 38. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0197-1>
- Lee S.T., Wong J.E., Shanita S.N., Ismail M.N., Deurenberg P., et al. Daily physical activity and screen time, but not other sedentary activities, are associated with measures of obesity during childhood. *Int J Environ Res Public Health*, 2014, 12 (1), pp. 146-161. <https://doi.org/10.3390/ijerph120100146>
- Li L., Shen T., Wen L.M., Wu M., He P., Wang Y., Qu W., Tan H., He G. Lifestyle factors associated with childhood obesity: a cross-sectional study in Shanghai, China. *BMC Res Notes*, 2015, 8, pp. 6. <https://doi.org/10.1186/s13104-014-0958-y>
- Li N., Zhao P., Diao C., Qiao Y., Katzmarzyk P.T., et al. Joint associations between weekday and weekend physical activity or sedentary time and childhood obesity. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2019, 43 (4), pp. 691-700. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0329-9>
- Liao J., Cao C., Hur J., Cohen J., Chen W., et al. Association of sedentary patterns with body fat distribution among US children and adolescents: a population-based study. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2021, 45 (9), pp. 2048-2057. <https://doi.org/10.1038/s41366-021-00874-7>
- Lopes V.P., Malina R.M., Maia J.A.R., Rodrigues L.P. Body mass index and motor coordination: Non-linear relationships in children 6-10 years. *Child Care Health Dev.*, 2018, 44 (3), pp. 443-451. <https://doi.org/10.1111/cch.12557>
- López-Sobaler A.M., Aparicio A., González-Rodríguez L.G., Cuadrado-Soto E., Rubio J., et al. Adequacy of Usual Vitamin and Mineral Intake in Spanish Children and Adolescents: ENALIA Study. *Nutrients*, 2017, 9 (2), pp. 131. <https://doi.org/10.3390/nu9020131>
- López-Sobaler A.M., Aparicio A., Rubio J., Marcos V., Sanchidrián R., et al. Adequacy of usual macronutrient intake and macronutrient distribution in children and adolescents in Spain: A National Dietary Survey on the Child and Adolescent Population, ENALIA 2013-2014. *Eur. J. Nutr.*, 2019, 58 (2), pp. 705-719. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1676-3>
- Louie J.C., Moshtaghian H., Rangan A.M., Flood V.M., Gill T.P. Intake and sources of added sugars among Australian children and adolescents. *Eur. J. Nutr.*, 2016, 55 (8), pp. 2347-2355. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-1041-8>
- Ma F.F., Luo D.M. Relationships between physical activity, fundamental motor skills, and body mass index in preschool children. *Front Public Health*, 2023, 11, pp. 1094168. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1094168>
- Magriplis E., Michas G., Petridi E., Chrousos G.P., Roma E., et al. Dietary Sugar Intake and Its Association with Obesity in Children and Adolescents. *Children (Basel)*, 2021, 8 (8), pp. 676. <https://doi.org/10.3390/children8080676>
- Martinho D.V., Gouveia É.R., França C., Lopes H., Ihle A., Marques A., Rodrigues A., Alves R., Sarmiento H. Body Composition and Physical Fitness in Madeira Youth. *Children (Basel)*, 2022, 9 (12), pp. 1833. <https://doi.org/10.3390/children9121833>
- Mitchell J.A., Pate R.R., España-Romero V., O'Neill J.R., Dowda M., et al. Moderate-to-vigorous physical activity is associated with decreases in body mass index from ages 9 to 15 years. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21 (3), pp. E280-E293. <https://doi.org/10.1002/oby.20118>
- Nasreddine L., Hwalla N., Al Zahraa Chokor F., Naja F., O'Neill L., et al. Food and nutrient intake of school-aged children in Lebanon and their adherence to dietary guidelines and recommendations. *BMC Public Health*, 2022, 22 (1), pp. 922. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13186-w>
- Nilsen B.B., Yngve A., Monteagudo C., Tellström R., Scander H., Werner B. Reported habitual intake of breakfast and selected foods in relation to overweight status among seven- to nine-year-old Swedish children. *Scand. J. Public Health*, 2017, 45 (8), pp. 886-894. <https://doi.org/10.1177/1403494817724951>
- Nogueira H., Costeira E., Pereira M.M., Costa D., Gama A., Machado-Rodrigues A., Silva M.R., Marques V.R., Padez C.M. The environment contribution to gender differences in childhood obesity and organized sports engagement. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (2), pp. e23322. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23322>
- Ortega F.B., Ruiz J.R., Sjörström M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2007, 4, p. 61. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-61>
- Ostojic S.M., Stojanovic M.D., Stojanovic V., Maric J., Njarađi N. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old Serbian school children. *J. Health Popul. Nutr.*, 2011, 29 (1), pp. 53-60. <https://doi.org/10.3329/jhpn.v29i1.7566>
- Perry C.P., Keane E., Layte R., Fitzgerald A.P., Perry I.J., et al. The use of a dietary quality score as a predictor of childhood overweight and obesity. *BMC Public Health*, 2015, 15, pp. 581. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1907-y>
- Riso E.M., Kull M., Mooses K., Hannus A., Jürimäe J. Objectively measured physical activity levels and sedentary time in 7-9-year-old Estonian schoolchildren: independent associations with body composition parameters. *BMC Public Health*, 2016, 16, pp. 346. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3000-6>
- Sagbo H., Kpodji P. Dietary diversity and associated factors among school-aged children and adolescents in Lokossa district of southern Benin: a cross-sectional study. *BMJ Open*, 2023, 13 (10), pp. e066309. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066309>

Silva-Santos S., Santos A., Vale S., Mota J. Motor fitness and preschooler children obesity status. *J. Sports Sci.*, 2017, 35(17), pp. 1704-1708. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1232486>

Smirk E., Mazahery H., Conlon C.A., Beck K.L., Gammon C., et al. Sugar-sweetened beverages consumption among New Zealand children aged 8-12 years: a cross sectional study of sources and associates/correlates of consumption. *BMC Public Health*, 2021, 21 (1), pp. 2277. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12345-9>

Söğüt M., Clemente F.M., Clark C.C.T., Nikolaidis P.T., Rosemann T., Knechtle B. Variations in Central Adiposity, Cardiovascular Fitness, and Objectively Measured Physical Activity According to Weight Status in Children (9-11 Years). *Front. Physiol.*, 2019, 10, pp. 936. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00936>

Stigman S., Rintala P., Kukkonen-Harjula K., Kujala U., Rinne M., Fogelholm M. Eight-year-old children with high cardiorespiratory fitness have lower overall and abdominal fatness. *Int. J. Pediatr. Obes.*, 2009, 4 (2), pp. 98-105. <https://doi.org/10.1080/17477160802221101>

Stival C., Lugo A., Barone L., Fattore G., Odone A., Salvatore S., et al. Prevalence and Correlates of Overweight, Obesity and Physical Activity in Italian Children and Adolescents from Lombardy, Italy. *Nutrients*, 2022, 14 (11), pp. 2258. <https://doi.org/10.3390/nu14112258>

Talarico R., Janssen I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2018, 42 (8), pp. 1508-1514. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0053-x>

Thibault H., Carriere C., Langevin C., Kossi Déti E., Bergerger-Gateau P., Maurice S. Prevalence and factors associated with overweight and obesity in French primary-school children. *Public Health Nutr.*, 2013, 16 (2), pp. 193-201. <https://doi.org/10.1017/S136898001200359X>

Thumann B.F., Buck C., De Henauw S., Hadjigeorgiou C., Hebestreit A., et al. Cross-sectional associations between objectively measured sleep characteristics and body mass index in European children and adolescents. *Sleep Med.*, 2021, 84, pp. 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.05.004>

Umeokonkwo A.A., Ibekwe M.U., Umeokonkwo C.D., Okike C.O., Ezeanosike O.B., Ibe B.C. Nutritional status of school age children in Abakaliki metropolis, Ebonyi State, Nigeria. *BMC Pediatr.*, 2020, 20 (1), p. 114. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-1994-5>

Vieux F., Maillot M., Constant F., Drewnowski A. Water and beverage consumption patterns among 4 to 13-year-old children in the United Kingdom. *BMC Public Health*, 2017, 17 (1), pp. 479. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4400-y>

Vieux F., Maillot M., Rehm C.D., Barrios P., Drewnowski A. Trends in tap and bottled water consumption among children and adults in the United States: analyses of NHANES 2011-16 data. *Nutr. J.*, 2020, 19 (1), pp. 10. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-0523-6>

Warren J.M., Henry C.J., Simonite V. Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. *Pediatrics*, 2003, 112 (5), pp. e414. <https://doi.org/10.1542/peds.112.5.e414>

WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2021. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Wilkie H.J., Standage M., Gillison F.B., Cumming S.P., Katzmarzyk P.T. Correlates of intensity-specific physical

activity in children aged 9-11 years: a multilevel analysis of UK data from the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. *BMJ Open*, 2018, 8 (2), pp. e018373. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018373>

Yamaguchi M., Kondo N., Hashimoto H. Universal school lunch programme closes a socioeconomic gap in fruit and vegetable intakes among school children in Japan. *Eur. J. Public Health*, 2018, 28 (4), pp. 636-641. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky041>

Yan R., Gong E., Li X., Zheng L., Liao W., et al. Impact of Obesogenic Environments on Sugar-Sweetened Beverage Consumption among Preschoolers: Findings from a Cross-Sectional Survey in Beijing. *Nutrients*, 2022, 14 (14), pp. 2860. <https://doi.org/10.3390/nu14142860>

Zhang T., Cai L., Ma L., Jing J., Chen Y., et al. The prevalence of obesity and influence of early life and behavioral factors on obesity in Chinese children in Guangzhou. *BMC Public Health*, 2016, 16 (1), p. 954. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3599-3>

Zheng M., Rangan A., Olsen N.J., Andersen L.B., Wedderkopp N., et al. Substituting sugar-sweetened beverages with water or milk is inversely associated with body fatness development from childhood to adolescence. *Nutrition*, 2015, 31 (1), pp. 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.04.017>

References

Ara I., Moreno L.A., Leiva M.T., Gutin B., Casajús J.A. Adiposity, physical activity, and physical fitness among children from Aragón, Spain. *Obesity (Silver Spring)*, 2007, 15 (8), pp. 1918-24. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.228>

Blaes A., Baquet G., Fabre C., Van Praagh E., Berthoin S. Is there any relationship between physical activity level and patterns, and physical performance in children? *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2011, 8, pp. 122. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-122>

Champion S.L., Rumbold A.R., Steele E.J., Giles L.C., Davies M.J., et al. Parental work schedules and child overweight and obesity. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2012, 36 (4), pp. 573-80. <https://doi.org/10.1038/ijo.2011.252>

Chaput J.P., Lambert M., Mathieu M.E., Tremblay M.S., O'Loughlin J., et al. Physical activity vs. sedentary time: independent associations with adiposity in children. *Pediatr Obes*, 2012, 7 (3), pp. 251-258. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2011.00028.x>

Chen H., Wang L.J., Xin F., Liang G., Zhou Y.L. Associations between 24-h movement behaviours and BMI in Chinese primary- and middle-school students. *J. Exerc. Sci. Fit.*, 2023, 21 (2), pp. 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2023.01.002>

Cleland V., Crawford D., Baur L.A., Hume C., Timperio A., et al. A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2008, 32 (11), pp. 1685-1693. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.171>

Colley R.C., Garriguet D., Janssen I., Wong S.L., Saunders T.J., et al. The association between accelerometer-measured patterns of sedentary time and health risk in children and youth: results from the Canadian Health Measures Survey. *BMC Public Health*, 2013, 13, pp. 200. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-200>

Dalene K.E., Anderssen S.A., Andersen L.B., Steene-Johannessen J., Ekelund U., et al. Cross-sectional and prospective associations between physical activity, body mass index and waist circumference in children and ado-

lescents. *Obes. Sci Pract.*, 2017, 3 (3), pp. 249-257. <https://doi.org/10.1002/osp4.114>

Dorsey K.B., Herrin J., Krumholz H.M. Patterns of moderate and vigorous physical activity in obese and overweight compared with non-overweight children. *Int. J. Pediatr. Obes.*, 2011, 6 (2), pp. e547-e555. <https://doi.org/10.3109/17477166.2010.490586>

Drenowatz C., Steiner R.P., Brandstetter S., Klenk J., Wabitsch M., et al. Organized sports, overweight, and physical fitness in primary school children in Germany. *J. Obes.*, 2013, pp. 935245. <https://doi.org/10.1155/2013/935245>

Fairclough S.J., Dumuid D., Mackintosh K.A., Stone G., Dagger R., et al. Adiposity, fitness, health-related quality of life and the reallocation of time between children's school day activity behaviours: A compositional data analysis. *Prev. Med. Rep.*, 2018, 11, pp. 254-261. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.07.011>

Fayet-Moore F., McConnell A., Cassettari T., Tuck K., Petocz P., et al. Vegetable intake in Australian children and adolescents: the importance of consumption frequency, eating occasion and its association with dietary and sociodemographic factors. *Public Health Nutr.*, 2020, 23 (3), pp. 474-487. <https://doi.org/10.1017/S136898001900209X>

Fulton J.E., Dai S., Steffen L.M., Grunbaum J.A., Shah S.M., et al. Physical activity, energy intake, sedentary behavior, and adiposity in youth. *Am. J. Prev. Med.*, 2009, 37 (1), pp. S40-S49. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.04.010>

Gibson S., Boyd A. Associations between added sugars and micronutrient intakes and status: further analysis of data from the National Diet and Nutrition Survey of Young People aged 4 to 18 years. *Br. J. Nutr.*, 2009, 101 (1), pp. 100-107. <https://doi.org/10.1017/S0007114508981484>

Guo Q., Wang B., Cao S., Jia C., Zhao L., et al. Patterns and sociodemographic determinants of water intake by children in China: results from the first national population-based survey. *Eur. J. Nutr.*, 2020, 59 (2), pp. 529-538. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01921-w>

Henry C.J., Lightowler H.J., Strik C.M. Effects of long-term intervention with low- and high-glycaemic-index breakfasts on food intake in children aged 8-11 years. *Br. J. Nutr.*, 2007, 98 (3), pp. 636-640. <https://doi.org/10.1017/S0007114507727459>

Hjorth M.F., Chaput J.P., Ritz C., Dalskov S.M., Andersen R., Astrup A., Tetens I., Michaelsen K.F., Sjödin A. Fatness predicts decreased physical activity and increased sedentary time, but not vice versa: support from a longitudinal study in 8- to 11-year-old children. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2014, 38 (7), pp. 959-65. <https://doi.org/10.1038/ijo.2013.229>

Hosseini S.H., Papanikolaou Y., Isalm N., Rashmi P., Shamloo A., et al. Consumption Patterns of Grain-Based Foods among Children and Adolescents in Canada: Evidence from Canadian Community Health Survey-Nutrition 2015. *Nutrients*, 2019, 11 (3), pp. 623. <https://doi.org/10.3390/nu11030623>

Hubbard K., Economos C.D., Bakun P., Boulos R., Chui K., et al. Disparities in moderate-to-vigorous physical activity among girls and overweight and obese schoolchildren during school- and out-of-school time. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2016, 13, pp. 39. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0358-x>

Jabbour G., Lambert M., O'Loughlin J., Tremblay A., Mathieu M.E. Mechanical efficiency during a cycling test is not lower in children with excess body weight and low aerobic fitness. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21 (1), pp. 107-114. <https://doi.org/10.1002/oby.20241>

Jansen W., Mackenbach J.P., Joosten-van Zwanenburg E., Brug J. Weight status, energy-balance behaviours and intentions in 9-12-year-old inner-city children. *J. Hum. Nutr. Diet.*, 2010, 23 (1), pp. 85-96. <https://doi.org/10.1111/j.1365-277X.2009.01027.x>

Jiang H., Zhao A., Zhao W., Tan S., Zhang J., et al. Do Chinese Preschool Children Eat a Sufficiently Diverse Diet? A Cross-Sectional Study in China. *Nutrients*, 2018, 10 (6), pp. 794. <https://doi.org/10.3390/nu10060794>

Keane E., Layte R., Harrington J., Kearney P.M., Perry I.J. Measured parental weight status and familial socioeconomic status correlates with childhood overweight and obesity at age 9. *PLoS One*, 2012, 7 (8), pp. e43503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043503>

Keane E., Li X., Harrington J.M., Fitzgerald A.P., Perry I.J., et al. Physical Activity, Sedentary Behavior and the Risk of Overweight and Obesity in School-Aged Children. *Pediatr. Exerc. Sci.*, 2017, 29 (3), pp. 408-418. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0234>

Kwabla M.P., Gyan C., Zotor F. Nutritional status of in-school children and its associated factors in Denkyemour District, eastern region, Ghana: comparing schools with feeding and non-school feeding policies. *Nutr. J.*, 2018, 17 (1), 8. <https://doi.org/10.1186/s12937-018-0321-6>

Lätt E., Mäestu J., Ortega F.B., Rääsk T., Jürimäe T., et al. Vigorous physical activity rather than sedentary behaviour predicts overweight and obesity in pubertal boys: a 2-year follow-up study. *Scand. J. Public Health*, 2015, 43 (3), pp. 276-282. <https://doi.org/10.1177/1403494815569867>

Learmonth Y.C., Hebert J.J., Fairchild T.J., Møller N.C., Klakk H., et al. Physical education and leisure-time sport reduce overweight and obesity: a number needed to treat analysis. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2019, 43 (10), pp. 2076-2084. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0300-1>

LeBlanc A.G., Broyles S.T., Chaput J.P., Leduc G., Boyer C., et al. Correlates of objectively measured sedentary time and self-reported screen time in Canadian children. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2015, 12, pp. 38. <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0197-1>

Lee S.T., Wong J.E., Shanita S.N., Ismail M.N., Deurenberg P., et al. Daily physical activity and screen time, but not other sedentary activities, are associated with measures of obesity during childhood. *Int J Environ Res Public Health*, 2014, 12 (1), pp. 146-161. <https://doi.org/10.3390/ijerph120100146>

Li L., Shen T., Wen L.M., Wu M., He P., Wang Y., Qu W., Tan H., He G. Lifestyle factors associated with childhood obesity: a cross-sectional study in Shanghai, China. *BMC Res Notes*, 2015, 8, pp. 6. <https://doi.org/10.1186/s13104-014-0958-y>

Li N., Zhao P., Diao C., Qiao Y., Katzmarzyk P.T., et al. Joint associations between weekday and weekend physical activity or sedentary time and childhood obesity. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2019, 43 (4), pp. 691-700. <https://doi.org/10.1038/s41366-019-0329-9>

Liao J., Cao C., Hur J., Cohen J., Chen W., et al. Association of sedentary patterns with body fat distribution among US children and adolescents: a population-based study. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2021, 45 (9), pp. 2048-2057. <https://doi.org/10.1038/s41366-021-00874-7>

Lopes V.P., Malina R.M., Maia J.A.R., Rodrigues L.P. Body mass index and motor coordination: Non-linear relationships in children 6-10 years. *Child Care Health Dev.*, 2018, 44 (3), pp. 443-451. <https://doi.org/10.1111/cch.12557>

- López-Sobaler A.M., Aparicio A., González-Rodríguez L.G., Cuadrado-Soto E., Rubio J., et al. Adequacy of Usual Vitamin and Mineral Intake in Spanish Children and Adolescents: ENALIA Study. *Nutrients*, 2017, 9 (2), pp. 131. <https://doi.org/10.3390/nu9020131>
- López-Sobaler A.M., Aparicio A., Rubio J., Marcos V., Sanchidrián R., et al. Adequacy of usual macronutrient intake and macronutrient distribution in children and adolescents in Spain: A National Dietary Survey on the Child and Adolescent Population, ENALIA 2013-2014. *Eur. J. Nutr.*, 2019, 58 (2), pp. 705-719. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1676-3>
- Louie J.C., Moshtaghian H., Rangan A.M., Flood V.M., Gill T.P. Intake and sources of added sugars among Australian children and adolescents. *Eur. J. Nutr.*, 2016, 55 (8), pp. 2347-2355. <https://doi.org/10.1007/s00394-015-1041-8>
- Ma F.F., Luo D.M. Relationships between physical activity, fundamental motor skills, and body mass index in preschool children. *Front Public Health*, 2023, 11, pp. 1094168. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1094168>
- Magriplis E., Michas G., Petridi E., Chrousos G.P., Roma E., et al. Dietary Sugar Intake and Its Association with Obesity in Children and Adolescents. *Children (Basel)*, 2021, 8 (8), pp. 676. <https://doi.org/10.3390/children8080676>
- Martinho D.V., Gouveia É.R., França C., Lopes H., Ihle A., Marques A., Rodrigues A., Alves R., Sarmento H. Body Composition and Physical Fitness in Madeira Youth. *Children (Basel)*, 2022, 9 (12), pp. 1833. <https://doi.org/10.3390/children9121833>
- Mitchell J.A., Pate R.R., España-Romero V., O'Neill J.R., Dowda M., et al. Moderate-to-vigorous physical activity is associated with decreases in body mass index from ages 9 to 15 years. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21 (3), pp. E280-E293. <https://doi.org/10.1002/oby.20118>
- Nasreddine L., Hwalla N., Al Zahraa Chokor F., Naja F., O'Neill L., et al. Food and nutrient intake of school-aged children in Lebanon and their adherence to dietary guidelines and recommendations. *BMC Public Health*, 2022, 22 (1), pp. 922. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13186-w>
- Nilsen B.B., Yngve A., Monteagudo C., Tellström R., Scander H., Werner B. Reported habitual intake of breakfast and selected foods in relation to overweight status among seven- to nine-year-old Swedish children. *Scand. J. Public Health*, 2017, 45 (8), pp. 886-894. <https://doi.org/10.1177/1403494817724951>
- Nogueira H., Costeira E., Pereira M.M., Costa D., Gama A., Machado-Rodrigues A., Silva M.R., Marques V.R., Padez C.M. The environment contribution to gender differences in childhood obesity and organized sports engagement. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (2), pp. e23322. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23322>
- Ortega F.B., Ruiz J.R., Sjörström M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.*, 2007, 4, p. 61. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-4-61>
- Ostojic S.M., Stojanovic M.D., Stojanovic V., Maric J., Njardi N. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old Serbian school children. *J. Health Popul. Nutr.*, 2011, 29 (1), pp. 53-60. <https://doi.org/10.3329/jhpn.v29i1.7566>
- Perry C.P., Keane E., Layte R., Fitzgerald A.P., Perry I.J., et al. The use of a dietary quality score as a predictor of childhood overweight and obesity. *BMC Public Health*, 2015, 15, pp. 581. <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1907-y>
- Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A., et al. *Bioimpedance Study of Body Composition in the Russian Population*. Moscow, RIO TsNIOIZ, 2014. (In Russ).
- Riso E.M., Kull M., Mooses K., Hannus A., Jürimäe J. Objectively measured physical activity levels and sedentary time in 7-9-year-old Estonian schoolchildren: independent associations with body composition parameters. *BMC Public Health*, 2016, 16, pp. 346. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3000-6>
- Sagbo H., Kpodji P. Dietary diversity and associated factors among school-aged children and adolescents in Lokossa district of southern Benin: a cross-sectional study. *BMJ Open*, 2023, 13 (10), pp. e066309. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066309>
- Silva-Santos S., Santos A., Vale S., Mota J. Motor fitness and preschooler children obesity status. *J. Sports Sci.*, 2017, 35(17), pp. 1704-1708. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1232486>
- Smirk E., Mazahery H., Conlon C.A., Beck K.L., Gammon C., et al. Sugar-sweetened beverages consumption among New Zealand children aged 8-12 years: a cross sectional study of sources and associates/correlates of consumption. *BMC Public Health*, 2021, 21 (1), pp. 2277. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12345-9>
- Sögüt M., Clemente F.M., Clark C.C.T., Nikolaidis P.T., Rosemann T., Knechtle B. Variations in Central Adiposity, Cardiovascular Fitness, and Objectively Measured Physical Activity According to Weight Status in Children (9-11 Years). *Front. Physiol.*, 2019, 10, pp. 936. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00936>
- Stigman S., Rintala P., Kukkonen-Harjula K., Kujala U., Rinne M., Fogelholm M. Eight-year-old children with high cardiorespiratory fitness have lower overall and abdominal fatness. *Int. J. Pediatr. Obes.*, 2009, 4 (2), pp. 98-105. <https://doi.org/10.1080/17477160802221101>
- Stival C., Lugo A., Barone L., Fattore G., Odone A., Salvatore S., et al. Prevalence and Correlates of Overweight, Obesity and Physical Activity in Italian Children and Adolescents from Lombardy, Italy. *Nutrients*, 2022, 14 (11), pp. 2258. <https://doi.org/10.3390/nu14112258>
- Talarico R., Janssen I. Compositional associations of time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity with obesity measures in children. *Int. J. Obes. (Lond)*, 2018, 42 (8), pp. 1508-1514. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0053-x>
- Thibault H., Carriere C., Langevin C., Kossi Déti E., Barberger-Gateau P., Maurice S. Prevalence and factors associated with overweight and obesity in French primary-school children. *Public Health Nutr.*, 2013, 16 (2), pp. 193-201. <https://doi.org/10.1017/S136898001200359X>
- Thumann B.F., Buck C., De Henauw S., Hadjigeorgiou C., Hebestreit A., et al. Cross-sectional associations between objectively measured sleep characteristics and body mass index in European children and adolescents. *Sleep Med.*, 2021, 84, pp. 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2021.05.004>
- Umeokonkwo A.A., Ibekwe M.U., Umeokonkwo C.D., Okike C.O., Ezeanosike O.B., Ibe B.C. Nutritional status of school age children in Abakaliki metropolis, Ebonyi State, Nigeria. *BMC Pediatr.*, 2020, 20 (1), p. 114. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-1994-5>

Vieux F., Maillot M., Constant F., Drewnowski A. Water and beverage consumption patterns among 4 to 13-year-old children in the United Kingdom. *BMC Public Health*, 2017, 17 (1), pp. 479. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4400-y>

Vieux F., Maillot M., Rehm C.D., Barrios P., Drewnowski A. Trends in tap and bottled water consumption among children and adults in the United States: analyses of NHANES 2011-16 data. *Nutr. J.*, 2020, 19 (1), pp. 10. <https://doi.org/10.1186/s12937-020-0523-6>

Warren J.M., Henry C.J., Simonite V. Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. *Pediatrics*, 2003, 112 (5), pp. e414. <https://doi.org/10.1542/peds.112.5.e414>

WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2021 г. License: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Wilkie H.J., Standage M., Gillison F.B., Cumming S.P., Katzmarzyk P.T. Correlates of intensity-specific physical activity in children aged 9-11 years: a multilevel analysis of UK data from the International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment. *BMJ Open*, 2018, 8 (2), pp. e018373. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018373>

Yamaguchi M., Kondo N., Hashimoto H. Universal school lunch programme closes a socioeconomic gap in fruit and vegetable intakes among schoolchildren in Japan. *Eur. J. Public Health*, 2018, 28 (4), pp. 636-641. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cky041>

Yan R., Gong E., Li X., Zheng L., Liao W., et al. Impact of Obesogenic Environments on Sugar-Sweetened Beverage Consumption among Preschoolers: Findings from a Cross-Sectional Survey in Beijing. *Nutrients*, 2022, 14 (14), pp. 2860. <https://doi.org/10.3390/nu14142860>

Zhang T., Cai L., Ma L., Jing J., Chen Y., et al. The prevalence of obesity and influence of early life and behavioral factors on obesity in Chinese children in Guangzhou. *BMC Public Health*, 2016, 16 (1), p. 954. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3599-3>

Zheng M., Rangan A., Olsen N.J., Andersen L.B., Wedderkopp N., et al. Substituting sugar-sweetened beverages with water or milk is inversely associated with body fatness development from childhood to adolescence. *Nutrition*, 2015, 31 (1), pp. 38-44. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2014.04.017>

Информация об авторах/ Information about the authors

Сонькин Валентин Дмитриевич, д.б.н., проф.,
Институт развития, здоровья и адаптации ребенка
Министерства просвещения России; Российский
университет спорта «ГЦОЛИФК», Москва,
Российская Федерация;
sonkin@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-3834-8080>

Парфентьева Ольга Ивановна, к.б.н.,
Институт развития, здоровья и адаптации ребенка
Министерства просвещения России, Москва,
Российская Федерация;
parfenteva.olga@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7895-6887>

Son'kin Valentin Dmitrievich, Dr. Sci.,
Institute of Child Development, Health and Adaptation of
the Ministry of Education of the Russian Federation;
Russian University of Sport "GTSOLIFK", Moscow,
Russian Federation ;
sonkin@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3834-8080>

Parfenteva Olga Ivanovna, Ph.D.
Institute of Child Development, Health and Adaptation of
the Ministry of Education of the Russian Federation;
Moscow, Russian Federation;
parfenteva.olga@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7895-6887>

Поступила в редакцию 29.09.2025.
Получена после доработки 05.11.2025.
Принята к публикации 05.11.2025.

Received 29.09.2025.
Revised 05.11.2025.
Accepted 05.11.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-2>

УДК/UDC 572.5/.7

Регрессионные модели региональной вариации секулярного тренда длины тела в России в XX–XXI вв.

О.А. Кузнецова¹✉, М.А. Негашева¹, А.А. Хафизова¹, И.М. Синева¹, В.Н. Кремнева²,
М.Л. Шер³

¹ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

² Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация

³ Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Российская Федерация

✉ fedorchukoa@my.msu.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Формирование дефинитивной длины тела определяется генетическими факторами и факторами окружающей среды. Актуальной задачей является межсистемный анализ связей секулярной динамики длины тела с изменениями во времени социально-экономических и демографических показателей. Подобная модель взаимосвязей была разработана для изменений длины тела населения России во второй половине XX в. на основе флуктуаций во времени социально-экономических и демографических показателей. Цель данной работы – проверка работоспособности общероссийской модели на региональных материалах – анализ общих тенденций и выявление особенностей на примере четырех крупных городов России.

Материалы и методы. Материалами послужили временные ряды антропометрических, социально-экономических и демографических показателей из открытых источников. Используются данные по длине тела, собранные авторами в 2020–2024 гг. в результате обследования молодежи 17–23 лет в четырех городах России: Барнаул, Москва, Петрозаводск и Краснодар. Длина тела для демографических когорт с 1930–39 гг. до начала 2000-х гг. рождения получена из источников литературы.

Результаты и обсуждение. Показано, что изменчивость длины тела в отдельных городах и федеральных округах сходна с общероссийской. В первой половине XX в. наблюдается резкое увеличение дефинитивной длины тела с последующим снижением прироста и выходом на плато. Для современной когорты обследованных (2000–2006 гг. рождения) в некоторых крупных городах отмечено уменьшение длины тела.

Заключение. Проверка регрессионной модели общероссийского секулярного тренда длины тела в связи с изменениями во времени социально-экономических и демографических показателей на региональных данных показала близкие результаты. Выявленные региональные особенности могут быть обусловлены разновременной динамикой изменений социально-экономических условий. Незначительное уменьшение длины тела в некоторых городах России у молодежи 2000–2006 гг. рождения может свидетельствовать об изменении направления секулярного тренда, что подтверждает общепризнанную гипотезу о волнообразном характере трансэпохальной динамики дефинитивной длины тела.

Ключевые слова: биологическая антропология; регрессионная модель; секулярный тренд; длина тела

Финансирование. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-18-00086 «Региональные особенности влияния социально-экономических и социокультурных факторов на секулярный тренд размеров тела современной молодежи на рубеже XX–XXI веков».

Для цитирования: Кузнецова О.А., Негашева М.А., Хафизова А.А., Синева И.М., Кремнева В.Н., Шер М.Л. Регрессионные модели региональной вариации секулярного тренда длины тела в России в XX–XXI вв. // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 19–38. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-2>

Regression models of regional variation in the secular trend of height in Russia in the 20th-21st centuries

Olga A. Kuznetsova ¹ ✉, Marina A. Negasheva ¹, Ainur A. Khafizova ¹, Irina M. Sineva ¹, Victoria N. Kremneva ², Marina L. Sher ³

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

² Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation

³ Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation

✉ fedorchukoa@my.msu.ru

ABSTRACT

Introduction. The formation of the definitive body height is determined by genetic and environmental factors. An urgent task is the intersystem analysis of the relationships between the secular dynamics of body height and changes in socio-economic and demographic indicators over time. A similar model of relationships was developed for changes in the body height of the Russian population in the second half of the 20th century based on time fluctuations in socio-economic and demographic indicators. The purpose of this work is to test the performance of the all-Russian model on regional materials - to analyze general trends and identify features using the example of four large Russian cities.

Materials and Methods. The materials were time series of anthropometric, socio-economic and demographic indicators from open sources. The height data used in the study were collected by the authors in 2020-2024 during a survey of young people aged 17-23 in four Russian cities: Barnaul, Moscow, Petrozavodsk and Krasnodar. Body height for demographic cohorts from 1930-39 to the early 2000s. birth was obtained from literature sources.

Results and Discussion. It is shown that the variability of height in individual cities and federal districts is similar to the all-Russian one. In the first half of the 20th century, there was a sharp increase in the definitive height, after which the rate of increase declined and then reached a plateau. For the modern cohort of those examined (born in 2000-2006), a decrease in height was noted in some large cities.

Conclusion. Testing the regression model of the all-Russian secular trend in height in connection with changes in socio-economic and demographic indicators over time using regional data showed similar results. The identified regional features may be due to the different-time dynamics of changes in socio-economic conditions. A slight decrease in height in some cities of Russia among young people born in 2000-2006 may indicate a change in the direction of the secular trend, which confirms the general biological hypothesis about the wave-like nature of the trans-epochal dynamics of definitive height.

Keywords: biological anthropology; regression model; secular trend; height

Funding. The study has been supported by the Russian Science Foundation (RSF), project No.23-18-00086.

For citation: Kuznetsova O.A., Negasheva M.A., Khafizova A.A., Sineva I.M., Kremneva V.N., Sher M.L. Regression models of regional variation in the secular trend of height in Russia in the 20th-21st centuries. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 19-38. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-2>

Введение

Длина тела человека является одним из важнейших морфологических признаков, характеризующих тотальные размеры тела. Данный показатель имеет высокую внутри- и межпопуляционную изменчивость, обладает довольно широкой нормой реакции, а значит, не подвержен жесткому отбору. В связи с этим длина тела может служить индикатором качества жизни населения на всех этапах восходящего онтогенеза. Дефинитивная длина тела определяется как генетическими факторами, так и воздействием окружающей среды, включая социально-экономические, политические и эмоциональные аспекты (social-economic-political-emotional environment, SEPE). Исследования показывают, что генетическая программа играет значительную роль в формировании длины тела (Yengo et al., 2022; Conery, Grant, 2023), однако влияние окружающей среды также является важным фактором (Silventoinen, 2003; Perkins et al., 2016; Bogin, 2021; Hermanussen et al., 2022), что свидетельствует о сложности взаимодействия генетических и средовых факторов (Danubio, Sanna, 2008; NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC), 2016).

Секулярный тренд дефинитивной длины тела начинает фиксироваться в некоторых популяциях уже с середины XIX в., но для населения большинства стран мира проявляется в XX в. в виде существенного увеличения, однако интенсивность и величина этого прироста значительно варьирует в разных региональных группах (Staub et al., 2011; Lehmann et al., 2017; Vinci et al., 2019; Bogin, 2020; Lopuszanska-Dawid et al., 2020; Kirchengast et al., 2023). В странах Северной и Западной Европы и США процесс секулярного увеличения длины тела начался раньше всего и наиболее интенсивно протекал в первой половине XX в., но впоследствии в этих странах происходило некоторое снижение темпов прироста, в то время как в странах Южной и Восточной Европы и неевропейских регионах эти процессы, напротив, стали протекать интенсивнее во второй половине XX в. (Larnkjær et al., 2006; Danubio, Sanna, 2008; Hatton, Bray, 2010). К началу XXI в. в большинстве европейских стран начинает отмечаться постепенное уменьшение интенсивности межпоколенных изменений дефинитивной длины тела с тенденцией к выходу средних значений на плато (Danubio, Sanna, 2008; Staub

et al., 2011; Lehmann et al., 2017; Vinci et al., 2019).

Во многих исследованиях отмечаются значительные региональные различия в средних значениях длины тела и характере её временной динамики. Эти различия были выявлены в разных странах (Arcaleni, 2006; Lehmann et al., 2017; Rybak et al., 2020; Ikeda, Nishi, 2023; Kirchengast et al., 2023; Kirchengast et al., 2024). Аналогичные исследования в России показали, что, несмотря на общую тенденцию к увеличению длины тела, динамика этого процесса может значительно различаться в зависимости от региона и временного интервала (Година с соавт., 2017; Федотова, Горбачёва, 2019; Kozlov, Vershubsky, 2015; Lebedeva et al., 2020; Negasheva et al., 2024a).

Вариации средней длины тела в современных популяциях рассматриваются исследователями как результат влияния изменяющихся условий окружающей среды на реализацию генетического потенциала роста (Cole, 2003; Perkins et al., 2016; Bogin, 2021). Это делает длину тела важным индикатором биологического благополучия населения в исторической перспективе. В связи с этим, актуальной задачей при изучении биологии современного человека становится моделирование траекторий секулярных изменений длины тела на различных уровнях, в зависимости от социально-экономических и демографических показателей, что позволит оценить влияние внешних факторов на секулярный тренд. Для этого можно использовать регрессионные модели, которые описывают взаимосвязь различных предикторов с длиной тела. На необходимость математического анализа данных, позволяющих идентифицировать факторы, объясняющие особенности динамики длины тела в течение XX в. с построением корреляционно-регрессионных моделей, указывается в самых современных работах отечественных антропологов (Хафизова с соавт., 2025; Negasheva et al., 2024b; Khafizova et al., 2025a) и историков (Мионов, 2025). Так, например, Негашевой М.А. с соавторами в результате проведения многоступенчатого статистического анализа (в том числе корреляционного и множественного регрессионного) была разработана оригинальная теоретическая модель секулярной динамики дефинитивной длины тела мужчин и женщин

России (1966–2000-х гг. рождения) в зависимости от изменений во времени социально-экономических и демографических показателей во второй половине XX в. (Negasheva et al., 2025). Для оценки влияния изменений условий внешней среды на секулярный тренд длины тела и построения теоретической модели авторами использовались 11 прокси-переменных для каждого года исследуемого временного интервала, в совокупности дающих комплексное представление об уровне жизни и популяционном здоровье определенной демографической когорты. Прокси-переменными называются различные внешние социальные, экономические, демографические и т.д. характеристики, которые являются косвенными показателями для оценки благосостояния населения, но при этом не являются отражением самого уровня благосостояния.

Анализ базировался на усредненных значениях прокси-переменных для населения России из базы данных Всемирного Банка (World Bank Open Data. Available at: <https://data.worldbank.org/>. Accessed: 05.07.2025). Наиболее значимое влияние на секулярную динамику дефинитивной длины тела в течение этого периода времени оказали процессы урбанизации и связанные с ними изменения образа жизни городского населения, изменение популяционного здоровья и нутритивного статуса (Negasheva et al., 2025). Для построения теоретической модели секулярного тренда авторами использовался метод множественной линейной регрессии. Однако первичным был анализ коэффициентов корреляции признаков друг с другом, на основе которых проводился отбор наиболее значимых показателей (рис. 1). Из пар сильно скоррелированных факторов для дальнейшего анализа выбирался как правило один.

Базовой моделью для расчета была линейная модель регрессии с пошаговым включением прокси-переменных. Усовершенствование регрессионных моделей велось в направлении уменьшения отрицательного эффекта мультиколлинеарности между независимыми переменными. Поэтому на этапе подготовки данных были отобраны различные комбинации небольшого числа факторов среды, наименее скоррелированных между собой, и только эти признаки использовались для построения множественной регрессии классическим методом. Для избежания влияния искусственно созданной тесной связи между факторами среды и

трендом длины тела ряд признаков, в том числе численность и плотность городского населения, а также коэффициент младенческой смертности были исключены из регрессионной модели.

Модели множественной регрессии для мужчин демонстрируют достоверный положительный вклад трех переменных во временную вариацию длины тела: доли городского населения, общего показателя рождаемости и потребления мясных продуктов. Для ожидаемой продолжительности жизни выявлены отрицательные связи с изменениями длины тела. Для женщин достоверный вклад демонстрирует ожидаемая продолжительность жизни, потребление мяса на душу населения и общий коэффициент смертности. Все выявленные связи между длиной тела и независимыми переменными модели были положительными, причем наиболее тесная ассоциация выявлена с показателем смертности.

Целью настоящей работы была проверка работоспособности этой модели общероссийского секулярного тренда на материалах для четырех регионов России. Такая проверка имеет весьма важное значение, поскольку может быть получен ответ на ключевой вопрос о возможности экстраполяции выявленных закономерностей на население страны в целом или же, наоборот, будут показаны региональные различия межсистемных взаимосвязей.

Материалы и методы

Данные по России

Материалами для исследования послужили временные ряды антропометрических, социально-экономических и демографических показателей из открытых источников. Общероссийские данные представлены средними значениями дефинитивной длины тела населения России из базы данных NCD Risk Factor Collaboration (NCD Risk Factor Collaboration, 2020). В работе использованы усреднённые оценки длины тела молодых мужчин и женщин в возрасте 19 лет для демографических когорт 1966–2000-х гг. рождения. Всего использованы средние значения для 81 когорты юношей и девушек.

Данные по городам

В 2020–2024 гг. в результате антропометрического обследования молодёжи в возрасте от 17 до 23 лет в четырех городах России: Барнаул

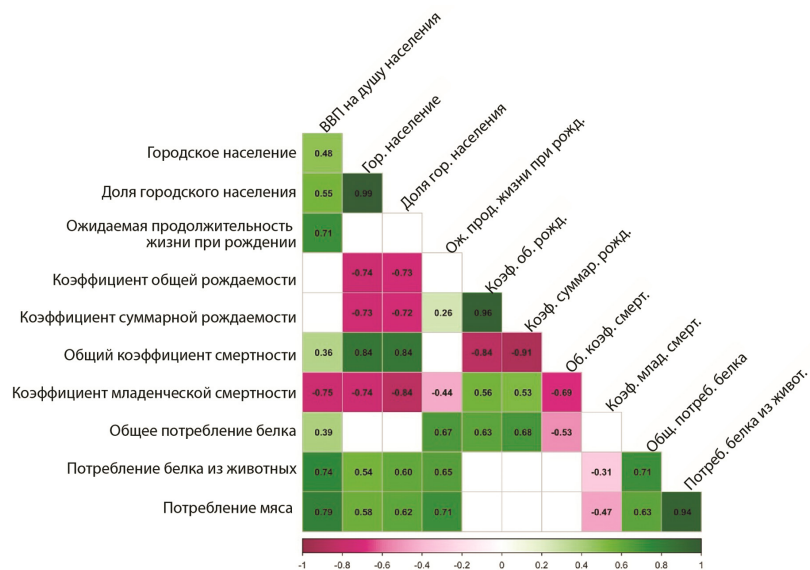


Рисунок 1 Коэффициенты корреляции между временными рядами социально-экономических и демографических переменных, использованных в настоящем исследовании. Пустые ячейки соответствуют недостоверным коэффициентам корреляции (цит. по: Negasheva et al., 2025, Figure S1)

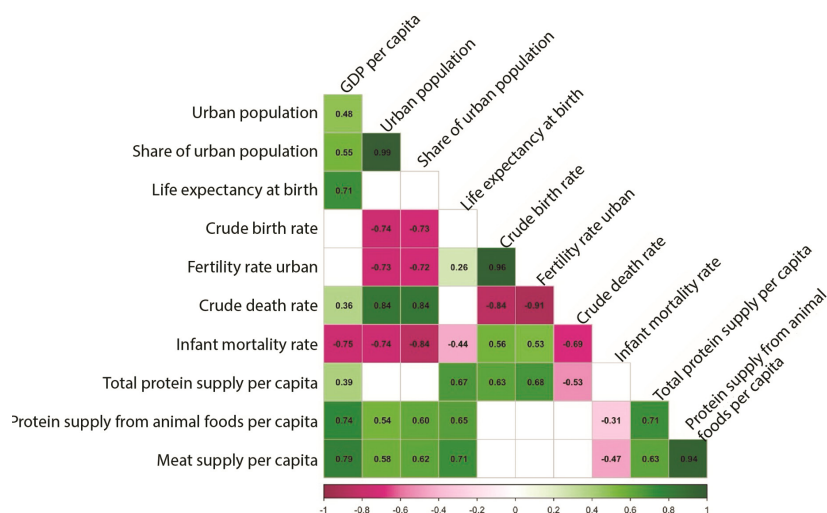


Figure 1 Correlation coefficients between time series of socio-economic and demographic variables used in this study. Empty cells correspond to unreliable correlation coefficients (quoted by: by Negasheva et al., 2025, Figure S1)

(Сибирский ФО), Москва (Центральный ФО), Петрозаводск (Северо-Западный ФО) и Краснодар (Южный ФО) были получены данные по длине тела для современных молодых мужчин и женщин, преимущественно русских по национальности (более 90% в каждом городе), родившихся и постоянно проживающих в этих городах. Антропологические экспедиции в Барнаул (2023 г.), Петрозаводск (2024 г.) и Краснодар (2024 г.), а также обследование московской молодёжи (2023-24 гг.)

проведены при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 23-18-00086). Сбор материалов антропологического обследования основан на добровольном участии респондентов с соблюдением правил биоэтики (заявка №19-ч в редакции № 2 от 15.05.2023, протокол заседания Комиссии № 152-д-з от 18.05.2023). Перед проведением антропометрических измерений все участники подписывали информированное согласие и согласие на обработку персональных данных.

Репрезентативность выборок оценивалась количественно и качественно при подготовке публикаций, в которых экспедиционные материалы были проанализированы впервые (Негашева с соавт., 2024; 2025; Иванова с соавт., 2025). По количеству обследованных изученные выборки (антропометрические материалы, полученные в экспедициях 2020-2024 гг. в четырех городах России: Петрозаводск, Барнаул, Краснодар, Москва) являются репрезентативными (с проведением проверки по формуле: $n = Z^2pq/\Delta^2$ (Мухаметова, 2009)). Корректность сопоставления выборок обусловлена соблюдением следующих условий: 1) все юноши и девушки, антропометрические материалы для которых были включены в сравнительный анализ, родились и всю жизнь проживают в том городе, в котором они были обследованы; 2) все сравниваемые группы сопоставимы по полу, возрасту и этнической принадлежности. Возраст рассчитывался как количество полных лет на дату обследования, разброс по возрасту от min до max в изученных группах, а также средний возраст обследованных аналогичны. Для выбранного возрастного интервала от 17 до 23 лет характерна стабильность анализируемого соматического показателя (длины тела): к 17 годам юноши и девушки завершают свой скелетный рост и достигают дефинитивного статуса, на временном промежутке от 17 до 23 лет возрастные изменения длины тела практически отсутствуют. По этнической принадлежности подавляющее большинство обследованных во всех выборках – русские. Данные о распределении обследованной молодежи по этнической принадлежности в каждой из выборок (Негашева с соавт., 2024; 2025; Иванова с соавт., 2025) соответствуют справочной информации о распределении национальностей, проживающих в изученных городах.

По социальному статусу подавляющее большинство обследованных – это студенческая молодежь как доминирующая по численности социальная «страта» в возрастном интервале от 17 до 23 лет. В крупных городах и городах-миллионниках России доля выпускников, поступивших в ВУЗы, достигает 50-60% (Малиновский, Шибанова, 2022). Около 30% молодежи в возрасте от 14 до 29 лет получает среднее профессиональное образование (эта «страта» также входит в контингент обследованных). К небольшим по численности группам (менее 7-10%

в каждой) можно отнести юношей и девушек, которые после школы пошли работать на производство (рабочие на заводах и фабриках), юношей срочной военной службы, а также молодежь, которая не учится, не работает и не приобретает профессиональные навыки (URL: https://minobrnauki.gov.ru/upload/2024/10/%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4_%D0%9F%D0%9C2023_%D0%AD%D0%A6%D0%9F_%D0%9F%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B01.10.24.pdf, дата обращения – 03.09.2025). Акцентируем внимание читателей, что вышеприведенные варианты распределения относятся к населению крупных (от 250 тыс. чел.) и крупнейших (более 1 млн чел.) городов, для малых городов и сельского населения распределение по социальным «стратам» будет иным, однако изучение сельского населения и малых городов представляет отдельный научный интерес, выходящий за пределы задач нашего исследования.

На основе полученных современных данных по длине тела с привлечением материалов из источников литературы (Минкевич, Гориневская, 1927; Бродовская, 1934; Арон, 1940; Норейко, 1965; Слетков, 1965; Леонтьев, Шевченко, 1966; Властовский, 1976; Материалы по физическому развитию, 1977; Методические указания..., 1977; Миклашевская с соавт., 1988; Физическое развитие, 1988; Харченко, 1997; Ямпольская, 2000; Година с соавт., 2003; Масюк, 2006; Надеина, Филатова, 2010; Афанасиевская 2011; Пашкова, Алексина, 2011; Надеина, 2012; Пашкова, 2014; Филатова с соавт., 2018; Физическое развитие..., 2022; Negasheva et al., 2020) был проведен анализ межпоколенных изменений длины тела московской молодежи (Negasheva et al., 2024b), юношей и девушек Барнаула (Негашева с соавт., 2024), Краснодара (Иванова с соавт., 2025) и Петрозаводска (Негашева с соавт., 2025), начиная с 1930-39 гг. рождения до настоящего времени.

По Петрозаводску были использованы данные для восьми демографических когорт (N=2004; 663 юноши и 1341 девушка). Для Москвы – данные для 29 когорт (N=8790; 4041 юноша и 4749 девушек). В Краснодаре анализировалось 14 когорт (N=2765; 1316 юношей и 1449 девушек), для Барнаула – данные для 7 когорт (N= 1956; 1262 юноши и 694 девушки).

Данные по федеральным округам

Для анализа изменчивости длины тела населения по федеральным округам были использованы антропометрические данные мужчин и женщин из 4 федеральных округов: Северо-Западного, Центрального, Южного и Сибирского (Хафизова с соавт., 2025). Выбор федеральных округов связан с тем, что исследуемые города входили в состав этих округов.

Проверяемая модель

Настоящая работа основана на проверке модели секулярной динамики длины тела в России, разработанной авторами в предшествующем исследовании (Negasheva et al., 2025). Теоретические модели секулярной динамики дефинитивной длины тела мужчин и женщин 1966–2000-х гг. рождения в зависимости от изменений во времени социально-экономических и демографических показателей представлены в виде регрессионных уравнений, которые имели следующий вид:

Длина тела мужчин = $176.18 + 0.21 * (\text{Доля городского населения} - 69.99) - 0.05 * (\text{Ожидаемая продолжительность жизни} - 67.99) + 0.05 * (\text{Общий коэффициент рождаемости} - 13.65) + 0.02 * (\text{Потребление мяса на душу населения} - 58.36)$.

Параметры для оценки ошибок прогнозирования: MAE = 0.155; MSE = 0.036; RMSE = 0.189

Длина тела женщин = $164.28 + 0.06 * (\text{Ожидаемая продолжительность жизни} - 67.99) + 0.0012 * (\text{Потребление мяса на душу населения} - 58.36) + 0.06 * (\text{Общий коэффициент смертности} - 11.87)$.

Параметры для оценки ошибок прогнозирования: MAE = 0.130; MSE = 0.022; RMSE = 0.148

Переменные, вошедшие в итоговую модель, у мужчин и женщин, в целом совпадают. В нее входят показатели, отражающие продолжительность жизни, рождаемость и смертность, а также фактор питания. Однако у мужчин важное значение имеет показатель доли городского населения, который не вошел в регрессионную модель для женщин. Полученные коэффициенты свидетельствуют о том, что чем больше доля городского населения, тем больше длина тела у мужчин. Выявленную связь, конечно же, нельзя считать причинно-следственной, однако можно высказать гипотезу относительно ее наличия. Возможно, что большая роль фактора урбанизации при моделировании секулярных изменений

длины тела в мужской части популяции косвенно связана с более высокой миграционной подвижностью мужчин по сравнению с женщинами, а также с ростом влияния социокультурных факторов на телосложение молодежи в крупных городах и мегаполисах, поскольку длина тела как индикатор социального статуса и доминирования имеет первостепенное значение именно для представителей мужского пола (Hermanussen, Scheffler, 2016; Stulp, Barrett, 2016; Buunk, Stulp, Schaufeli, 2021; Thompson, Portrait, Schoonmade, 2023; Giofrè, Geary, Halsey, 2025).

Данные по социально-экономическим и демографическим факторам

Социально-экономические данные по отдельным городам были взяты из разных источников, преимущественно из статистических сборников или данных Росстата (Рождаемость, смертность и естественный прирост населения по регионам Российской Федерации, URL: https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/b03_13/lssWWW.exe/Stg/d010/i010700r.htm, дата обращения – 05.06.2025; Исторические материалы, URL: <https://istmat.org/node/17049>, дата обращения – 05.06.2025; Карельская АССР за 50 лет..., 1967). Показатель «доля городского населения» является расчётным. А именно представляет собой отношение численности городского населения к общей численности населения региона, умноженное на 100.

Поскольку не для всех показателей можно было найти данные по конкретному городу, в этом случае они заменялись на статистические показатели для регионов. Данные по потреблению мясной продукции присутствовали крайне редко, как для городов, так и для регионов, поэтому во многих случаях значения были заменены на общероссийские: в Петрозаводске в 1992 и 2004 г.; в Краснодаре с 1991 по 1996 г.; в Барнауле в 1995 г.

Мы предполагаем, что сделанные допущения не должны существенно повлиять на результаты, так как регрессионный коэффициент перед показателем потребления мясной продукции в модельных уравнениях минимальный. Несмотря на то, что фактор питания традиционно рассматривается при формировании соматических особенностей, вопрос о влиянии нутритивного статуса на процессы скелетного роста и дефинитивные значения длины тела, в том числе его значимости как ведущего фактора секулярного тренда, является весьма дискуссионным (Hermanussen, Wit, 2017).

Для нормального роста, конечно же, необходимо адекватное питание, однако нутритивный статус оказывается не столь значимым фактором в формировании межпопуляционных и межпоколенных различий по длине тела. Непродолжительные периоды дефицита нутриентов могут быть компенсированы со временем, не отражаясь на дефинитивных размерах тела. В долгосрочной перспективе более существенными становятся другие факторы, в том числе социальные условия и психосоциальные факторы (Bogin, 2023; Hermanussen et al., 2022; Hermanussen et al., 2025; Scheffler, Groth, Hermanussen, 2025).

Важным ограничением тестируемой модели является то, что на основе используемых статистических методов можно утверждать о наличии или отсутствии статистической связи предикторов и длины тела. Однако на основе данного анализа невозможно говорить о наличии причинно-следственных механизмов межсистемных связей прокси-переменных с искомой величиной (длиной тела). Таким образом, все объяснения полученных взаимосвязей являются субъективными интерпретациями, основанными на биологических закономерностях изменчивости анализируемого показателя.

Статистическая обработка

Все расчёты и построение графиков проводились с использованием группы пакетов tidyverse: ggplot2 и dplyr (Wickham, 2016; Wickham et al., 2023).

Результаты

На первом этапе исследования была осуществлена проверка работоспособности математической регрессионной модели общероссийского секулярного тренда длины тела в зависимости от социально-экономических и демографических показателей на материалах для четырех регионов (полученные результаты представлены в таблице 1 и на рисунке 2). Наилучшее совпадение истинных значений длины тела (по экспериментальным данным и источникам литературы) со значениями длины тела, рассчитанными по теоретическим регрессионным моделям, наблюдается в Петрозаводске. Как для юношей, так и для девушек имеющиеся значения различаются на 0,2-0,7 см. Относительно точное соответствие получено также для девушек Барнаула (0,6-1,5 см), при этом у юношей Барнаула различия гораздо выше (4,9-5,6). В Москве имеется больше всего реконструи-

рованных данных, часть из них имеет небольшие отличия от реальных значений длины тела в эти годы. Небольшие различия характерны для значений, имеющихся до 1994 года, у девушек эти различия больше, чем у юношей. После 1994 года расхождения увеличились от 1,3 до 3,6 см, за исключением значений 2001 года у юношей и 2003 года у девушек (расхождение значений 0,9). Наибольшие различия наблюдаются для юношей Краснодара от 4,4 до 7,9 см (для женской выборки нет реконструированных данных в связи с отсутствием в литературе коэффициентов смертности в данном регионе).

Параметры для оценки ошибок прогнозирования, в частности, средние квадратические ошибки (RMSE) равны 0,189 и 0,148 в мужской и женской моделях соответственно. Таким образом, по полученным результатам видно, что прогнозируемые значения часто выходят за пределы средней квадратической ошибки модели. Этот факт свидетельствует о статистическом расхождении.

Следует отметить интересную региональную особенность вариации длины тела, характерную для мужских групп г. Краснодара: в данном случае наблюдаются не только относительно большие различия «эмпирических» и расчётных значений, но и несовпадение регионального тренда с общероссийской тенденцией. По реальным («практическим») значениям длина тела юношей увеличивается, начиная с 1991 года, и только в последний год снижается, а по расчётным значениям она уменьшается, хотя и не очень существенно.

Таким образом, необходимо отметить, что расхождения реальных данных и расчётных существуют, однако они ожидаемы и невелики. Практически всегда, если расхождения есть, расчётные значения меньше, чем реальные (см. табл. 1). В большинстве городов значения лучше предсказаны для девушек, за исключением Москвы. Наилучшие результаты теоретического моделирования наблюдаются для Петрозаводска (для обоих полов), девушек Барнаула и московской молодежи до 1993 года.

Результаты изучения секулярной динамики длины тела для России в целом, в отдельных городах и федеральных округах были проанализированы и опубликованы ранее (Негашева с соавт., 2024; Иванова с соавт., 2025; Негашева с соавт., 2025; Хафизова с соавт., 2025; Khafizova et al., 2025a). В данной работе приводится обобщение этих результатов и их совместный анализ.

Таблица 1. Средние значения длины тела молодых мужчин и женщин (17 лет – 23 года) в четырех городах: «практические» (реальные) значения по результатам обследования (авторские материалы и данные из источников литературы) и рассчитанные (моделированные) значения

Table 1. Average values of height of young men and women (17–23 years) in four cities: “practical” (real) values based on the survey results (author’s materials and data from literature sources) and calculated (modeled) values

Город City	Дата рожд., год Birth date, year	N		Длина тела, см Body height, cm		Длина тела, см (расчетная) Body height, cm (calculated values)		Разность Difference	
		Мужчины Males	Женщины Females	Мужчины Males	Женщины Females	Мужчины Males	Женщины Females	Мужчины Males	Женщины Females
Петрозаводск Petrozavodsk	1942	24	153	170,3	158,8	–	–	–	–
	1944	–	112	–	158,7	–	–	–	–
	1958	97	–	175,5	–	–	–	–	–
	1962	88	179	175,1	163,0	–	–	–	–
	1982	58	101	177,5	164,3	–	–	–	–
	1987	–	80	–	164,6	–	–	–	–
	1992	190	452	178,4	164,5	178,6	164,3	-0,2	0,2
2004	206	264	178,0	165,1	177,3	164,4	0,7	0,7	
Краснодар Krasnodar	1916	–	–	160,8	155,1	–	–	–	–
	1946	–	–	173,8	162,4	–	–	–	–
	1950	108	159	175,6	162,9	–	–	–	–
	1956	102	102	171,8	161,0	–	–	–	–
	1960	95	104	176,0	163,8	–	–	–	–
	1962	119	–	173,2	–	–	–	–	–
	1991	152	137	177,4	167,0	173,0	–	4,4	–
	1993	95	87	177,7	166,0	172,8	–	4,9	–
	1994	127	166	177,9	167,5	172,8	–	5,1	–
	1995	109	155	179,4	165,8	172,7	–	6,7	–
	1996	100	119	179,3	165,7	172,5	–	6,8	–
1997	62	60	179,4	168,3	172,2	–	7,2	–	
2000	74	96	180,1	166,2	172,1	–	7,9	–	
2006	173	264	178,3	164,4	172,4	–	6,0	–	
Барнаул Barnaul	1935	40	–	167,5	–	–	–	–	–
	1945	119	125	170,7	160,1	–	–	–	–
	1955	23	82	172,1	160,6	–	–	–	–
	1965	26	71	175,3	162,6	–	–	–	–
	1975	–	63	–	163,2	–	–	–	–
	1985	661	85	176,5	165,5	–	–	–	–
	1995	250	116	177,1	165,8	172,3	164,3	4,9	1,5
2003	143	152	178,0	165,0	172,4	164,4	5,6	0,6	
Москва Moscow	1917	101	100	164,0	155,8	–	–	–	–
	1919	–	–	169,0	–	–	–	–	–
	1941	171	262	170,0	158,4	–	–	–	–
	1947	104	209	173,0	161,4	–	–	–	–
	1952	185	184	173,0	160,8	–	–	–	–
	1953	71	77	173,0	160,7	–	–	–	–
	1965	113	85	176,0	164,0	–	–	–	–
	1974	121	125	175,0	163,4	175,2	164,2	-0,3	-0,8
	1981	100	102	176,0	164,4	–	–	–	–
	1982	114	118	177,7	165,6	–	–	–	–
	1983	203	214	177,8	166,3	–	–	–	–
	1984	309	360	178,3	166,2	–	–	–	–
	1985	415	508	177,4	165,7	–	–	–	–
	1986	84	209	177,8	166,3	–	–	–	–
	1987	299	228	177,4	166,1	–	–	–	–
	1988	158	198	176,9	165,7	–	–	–	–
	1989	206	213	177,6	165,0	–	–	–	–
	1990	118	163	177,9	165,5	177,7	164,5	0,2	1,0
	1991	58	87	177,2	166,0	177,5	164,5	-0,3	1,4
	1992	102	105	176,8	165,6	177,0	–	-0,3	–
1993	158	138	177,9	165,6	176,9	–	1,0	–	
1994	196	206	178,3	165,9	176,9	–	1,3	–	
1995	181	203	179,5	166,0	176,8	164,4	2,7	1,5	
1996	62	101	179,8	165,9	176,6	164,5	3,2	1,4	
1997	132	136	177,8	166,4	176,5	164,5	1,3	1,9	
1998	82	89	179,4	166,5	176,5	164,6	2,9	1,9	
1999	49	56	178,8	166,2	176,4	164,6	2,4	1,6	
2000	45	81	180,0	166,9	176,4	164,5	3,6	2,4	
2001	35	15	177,4	166,2	176,5	164,5	0,9	1,7	
2003	69	177	178,4	165,3	176,5	164,5	1,9	0,9	

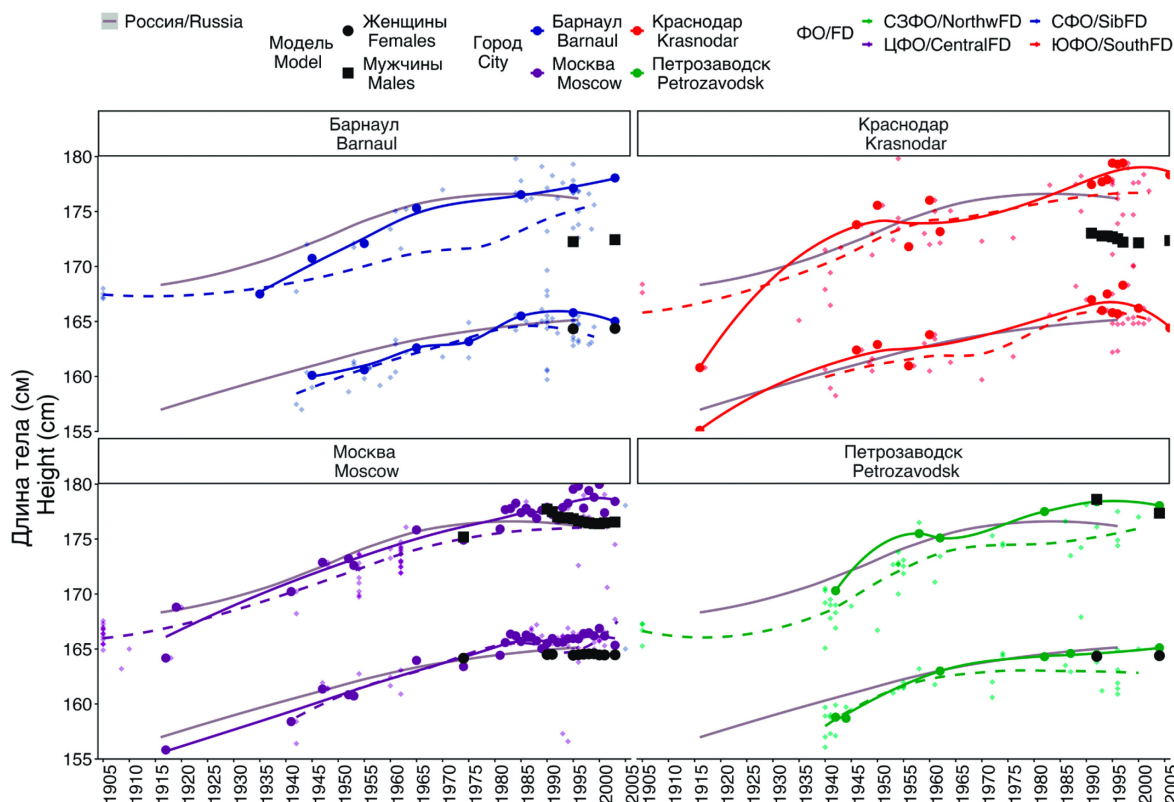


Рисунок 2. Секулярная динамика дефинитивной длины тела населения России в целом, в четырех федеральных округах и в четырех городах (наблюдаемые и расчетные значения); демографические когорты с 1905 по 2005 гг. рождения

Примечания: Цветными точками обозначены истинные (взятые из литературы или полученные по результатам экспедиций 2023–2024 гг.) средние значения длины тела в разных городах: крупные точки – данные для четырех анализируемых городов (Барнаул, Краснодар, Москва, Петрозаводск), мелкие точки – другие города из соответствующих федеральных округов (Сибирского, Южного, Центрального и Северо-Западного); Цветные сплошные линии – это линии регрессии, рассчитанные на основе истинных значений длины тела в городах, анализируемых в данной работе; Цветные пунктирные линии – это линии регрессии, рассчитанные на основе множества точек длины тела в разных городах в соответствующих федеральных округах; Серые линии – сглаживающие кривые, проведенные по точкам значений длины тела для населения России в целом (общероссийские регрессионные модели для мужчин и женщин).

Figure 2. Secular dynamics of definitive body height of the Russian population as a whole, in four federal districts and in four cities (observed and calculated values); demographic cohorts born from 1905 to 2005

Notes: The colored dots represent the true (taken from the literature or obtained based on the results of the 2023-2024 expeditions) mean height values in different cities: large dots represent data for the four analyzed cities (Barnaul, Krasnodar, Moscow, Petrozavodsk), small dots represent other cities from the corresponding federal districts (Siberian, Southern, Central, and Northwestern); Colored solid lines are regression lines calculated based on the true height values in the cities analyzed in this work; Colored dotted lines are regression lines calculated based on a set of height points in different cities in the corresponding federal districts; Gray lines are smoothing curves drawn through the height point values for the Russian population as a whole (all-Russian regression models for men and women).

Тенденции изменения длины тела в рассматриваемых федеральных округах на фоне общего тренда увеличения имеют региональные особенности (рис. 2). В Сибирском ФО наблюдается очень плавное увеличение длины тела приблизительно

до 1970 года, далее выход на непродолжительное плато и резкое увеличение у юношей. У девушек плавное увеличение с 1940 года и снижение с 1985 года (см. рис. 2). По наблюдениям, которые имеются для города Барнаула в течение всего

анализируемого периода времени (демографические когорты начиная с 1930–39 гг. рождения), отчётливо прослеживается увеличение длины тела, более интенсивное до 1965 года и более плавное после. Тенденции, наблюдаемые у юношей и девушек, сходные, за небольшим исключением того, что у современных девушек (2000–2005 гг. рождения) длина тела немного уменьшилась. Данное снижение не является статистически достоверным (Негашева с соавт., 2024).

Тенденция, описанная для Сибирского ФО сходна с той, что можно видеть в Центральном ФО (см. рис. 2), однако следует отметить небольшую особенность для юношей Барнаула – у них после 1995 года продолжается увеличение длины тела. В Москве общий тренд изменений связан с увеличением длины тела. Начиная с демографических когорт 1990-х годов, у обоих полов по длине тела наблюдается выход на плато с небольшим снижением средних значений в настоящее время (последний год обследования).

В Южном ФО (пунктирные красные линии на рис. 2) межпоколенные изменения длины тела весьма сходны у обоих полов. У девушек кривая изменчивости длины тела имеет более выраженную S-образную форму: до 1965 года длина тела существенно увеличивается, далее характерен выход на небольшое плато до 1970 года, затем снова наблюдается увеличение средних значений, после 1990 года – снижение показателей. В Краснодаре изменчивость длины тела сходна с изменчивостью в округе. Вначале увеличение длины тела более резкое, после когорты 1945 года рождения выход средних значений на плато и плавное увеличение к 1990-м годам, с небольшим снижением в последний год анализируемого периода. Ранее показано, что данное снижение статистически значимо (Иванова с соавт., 2025).

В Северо-Западном ФО у юношей в когортах с 1940 до 1965 годов рождения наблюдается существенное увеличение длины тела, до этого периода и после него изменения фактически отсутствуют и можно видеть пологие участки регрессионной кривой. У девушек отмечено увеличение длины тела до 1960 года, после которого – выход на плато, как у юношей. Аналогичная тенденция наблюдается для девушек города Петрозаводска – более резкое увеличение длины тела в начале анализируемого периода до

1960 года, после которого наблюдается относительная стабильность средних значений (выход на плато) до настоящего времени. У юношей Петрозаводска по сравнению с другими юношами Северо-Западного ФО в когортах после 1965 года рождения отмечается повышение длины тела, которое по форме регрессионной кривой очень сходно с секулярным трендом для юношей и девушек города Краснодара.

Обсуждение

В результате изучения связей между длиной тела населения России и различными внешними факторами выявлено, что изменения длины тела в ряду демографических когорт в наибольшей степени связаны с социально-демографическими и нутрициологическими переменными: в случае мужчин – с долей городского населения, ожидаемой продолжительностью жизни при рождении, общим коэффициентом рождаемости и уровнем потребления мясных продуктов; в случае женщин – с ожидаемой продолжительностью жизни при рождении, общим коэффициентом смертности и уровнем потребления мясных продуктов. Таким образом, можно сделать предположение, что наиболее значимое влияние на секулярную динамику дефинитивной длины тела в России во второй половине 20 в. оказывали изменения условий жизни городского населения, уровня популяционного здоровья и нутритивного статуса. Это предположение основано на популярной в настоящее время биокультуральной гипотезе, которая заключается в том, что на основные морфологические признаки, такие как длина тела, действует комплекс социально-экономических, политических и эмоциональных факторов, обозначаемых аббревиатурой SEPE – Social-Economic-Political-Emotional (Silventoinen, 2003; Perkins et al., 2016; Bogin, 2021; Hermanussen et al., 2022; Верняев, 2024; Миронов, 2025; Миронов, Евсеев, 2025). Особые социально-экономически-политически-эмоциональные условия, складывающиеся для отдельной группы, влияют на процессы роста и определяют дефинитивные значения соматических показателей. В сущности, это специфический макрокомплекс условий внешней среды, в которых протекает рост большинства членов данной группы. Наблюдавшееся в большинстве стран мира секулярное увеличение средних значений дефинитивной длины тела рассматри-

вается как результат существенного улучшения социально-экономических условий на протяжении последних 100–150 лет (Silventoinen, 2003; Perkins et al., 2016; Bogin, 2021). В настоящей работе эта гипотеза проверяется на материалах отдельных регионов России, что позволило лучше понять общероссийские тенденции и выявить региональные особенности.

Дефинитивная длина тела мужчин и женщин России непрерывно возрастала до демографических когорт 1966–1980-х гг. рождения, что происходило на фоне неуклонного роста доли городского населения, которая является прокси-переменной для оценки степени урбанизированности. В 20 в. в России интенсивно протекал процесс концентрации населения в городах (Nefedova, Glezer, 2023), который сопровождался экономическим развитием городов, преобразованиями в инфраструктуре, улучшением жилищных и санитарно-гигиенических условий, модернизацией системы здравоохранения и, как следствие, существенным улучшением общих условий жизни городского населения. Изменение условий жизни, а именно формирование специфического комплекса условий городской среды, отразилось на биологическом статусе населения России, в том числе и на таких антропометрических параметрах, как длина тела.

В разных регионах России наряду с некоторыми частными региональными особенностями отчетливо прослеживается общая тенденция секулярного тренда – увеличение длины тела в течение XX века, более интенсивное в первой половине и менее интенсивное или выходящее на плато во второй половине или в конце XX века. Это соответствует результатам, полученным на больших данных (Миронов, 2025), в которых анализируется динамика длины тела российских мужчин в возрасте от 17 лет и старше на материалах более 4 млн. человек, и по масштабу сопоставимо с общемировыми тенденциями (Cole, 2003; Silventoinen, 2003; Danubio, Sanna, 2008; Perkins et al., 2016; Bogin, 2021). Поскольку зафиксированные изменения произошли за последние 100 лет, в течение которых не могла существенно измениться генетическая структура популяций, общий тренд увеличения длины тела согласуется с гипотезой о ведущем влиянии социально-экономических факторов на эпохальные процессы трансформации телосложения детей, подростков и молодёжи в разных странах

мира. Это соответствует представлениям большинства современных исследователей, которые объясняют эпохальное увеличение тотальных размеров тела населения через эпигенетические механизмы, активируемые улучшением условий жизнедеятельности и ростом социально-экономических показателей (Silventoinen, 2003; Perkins et al., 2016; Bogin, 2021; Hermanussen et al., 2022). Общие паттерны изменчивости в разных городах сходны с изменчивостью на территории России в целом, а также совпадают с результатами других исследований (Федотова, Горбачева, 2020).

Указанные выше факты позволяют предположить, что теоретическая регрессионная модель временной динамики длины тела на основе изменения социально-экономических и демографических показателей, полученная на общероссийских данных (Negasheva et al., 2025), применима и к данным по отдельным регионам. Проверка общероссийской регрессионной модели на региональных материалах показала как весьма близкие результаты аппроксимации, так и региональную специфику в некоторых городах. Наблюдаемые региональные особенности в большей степени выражены во временной динамике длины тела у юношей, что может быть связано с большей изменчивостью этого показателя в мужских группах. Наиболее значимые региональные расхождения с общероссийской моделью отмечены для мужских когорт в Барнауле и Краснодаре. Это можно объяснить тем, что у юношей в регрессионной модели одним из значимых показателей является доля городского населения. Она существенно варьирует в разных регионах, Алтайский и Краснодарский край являются достаточно многочисленными и одновременно большими по площади, что в среднем дает малую долю городского населения в этих регионах. От 17,2 % до 42,5 % в Алтайском крае и от 52,8 % до 54,2 % в Краснодарском крае, тогда как для России в целом этот показатель варьирует от 62,05 % до 73,7 % (в период с 1970 по 1996 г.). Доля городского населения в Москве и Петрозаводске приближена к общероссийской.

Ранее было указано, что при моделировании длины тела в отдельных регионах некоторые значения потребления мясной продукции для города или региона были заменены на общероссийские: в Петрозаводске в 1992 и 2004 г.; в Краснодаре с 1991 по 1996 г.; в Барнауле в

1995 г. В Петрозаводске в 1992 и 2004 г. полученные расчетные значения и реальные практически идентичны, несмотря на замену данных. В Краснодаре замена проведена для первых пяти значений, однако существенные расхождения наблюдаются и для последних трех расчетных значений, где использовались региональные данные по потреблению мясной продукции. В Барнауле и в 1995 г., и в 2003 г. наблюдаются расхождения реальных значений длины тела и расчетных, при том, что замена региональных данных на общероссийские была только в 1995 г.

Важно отметить, что при расхождении расчётных значений с реальными данными, расчётные значения оказываются меньше, чем те, которые непосредственно наблюдаются. То есть моделирование занижает полученные значения длины тела. При разработке общероссийской модели такой отчётливо выраженной тенденции не наблюдалось, хотя достаточно много предсказанных теоретических значений оказалось меньше истинных (на основе практических ретроспективных данных) (Negasheva et al., 2025). У полученных в настоящей работе результатов может быть несколько объяснений. Первоначально предполагалось, что это связано с региональными особенностями исследуемого показателя, то есть значения длины тела в тех регионах, где наблюдаются наибольшие расхождения, в среднем больше, чем общероссийские. Однако, если сопоставить значения, приведенные на графиках (см. рис. 2), столь явного увеличения длины тела в Барнауле и Краснодаре по сравнению с общей длиной тела в России не прослеживается. Следовательно, различия появляются из-за прокси-переменных, входящих в модельные уравнения. По всей вероятности, это связано с долей городского населения, поскольку этот показатель имеет наиболее высокий регрессионный коэффициент, а значит сильнее всего влияет на итоговую расчётную величину длины тела. В Барнауле и Краснодаре, где наблюдаются наиболее существенные расхождения моделированных и истинных данных, в среднем доля городского населения наименьшая – 36,1 % и 53,9 % соответственно (данный показатель представляет собой отношение численности городского населения к общей численности населения региона, умноженное на 100). Тогда как в Москве и Петрозаводске этот показатель значительно выше – 68,0 % и 64,7 % соответственно. Таким образом, можно сделать вывод, что в

проверяемой модели связь доли городского населения с длиной тела юношей несколько завышена.

При сопоставлении данных за предшествующие годы обследования с материалами, собранными в 2023-2024 г. (см. рис. 2), обнаружено небольшое снижение длины тела у современной молодёжи, статистически значимое ($p < 0,05$) для юношей и девушек г. Краснодара (Иванова с соавт., 2025), в других группах – на уровне тенденции. Исключением являются юноши Барнаула и девушки Петрозаводска. Эта тенденция, возможно, свидетельствует о начале процессов децелерации (замедлении процессов роста) или изменении направления секулярного тренда (Антипов, 2019; Сафоненкова, 2022; Rybak et al., 2020; Kryst et al., 2022). В современной научной литературе во многих европейских странах и в России отмечается либо существенное замедление интенсивности увеличения дефинитивной длины тела от поколения к поколению по сравнению с темпами в начале XX века и выход средних значений длины тела на плато (Danubio, Sanna, 2008; Godina, 2011; NCD Risk Factor Collaboration, 2016), либо небольшое снижение этого показателя (Rybak et al., 2020; Kryst et al., 2022). Эти устойчивые тенденции (закономерности), возможно, свидетельствуют о достижении у современного населения биологического максимума по данному признаку (Rybak et al., 2020; Kryst et al., 2022) и/или подтверждают общебиологическую гипотезу о волнообразном характере диахронных трансэпохальных изменений дефинитивной длины тела за последние 8 тыс. лет (от мезолита до настоящего времени), которая получает все больше объективных доказательств, основанных на проведении широкомасштабных кросс-популяционных исследований, объединяющих палеоантропологические материалы и данные для современного населения (Bogin, Keer, 1999; Negasheva, et al., 2024).

Заключение

Секулярная динамика дефинитивной длины тела в отдельных городах и федеральных округах сходна с общероссийской. Проверка работоспособности математической регрессионной модели общероссийского секулярного тренда длины тела в зависимости от социально-экономических и демографических показателей во второй половине XX – начале XXI в. на материалах для четырех крупных городов России пока-

зала близкие результаты с наилучшим совпадением истинных значений длины тела (по экспериментальным данным и источникам литературы) со значениями длины тела, полученными при теоретическом моделировании, для молодежи Петрозаводска. Большее совпадение истинных и теоретических значений наблюдается в женских группах по сравнению с мужскими. У юношей более высокая погрешность при расчёте модельных значений обусловлена, по всей вероятности, лабильностью показателя доли городского населения, который в случае региональных моделей оказывает значительно меньшее влияние на длину тела, чем в случае общероссийской модели.

Общий анализ изменчивости показывает резкое увеличение дефинитивной длины тела в первой половине XX века с последующим снижением «приростов» и выходом на плато. Наблюдаются незначительные региональные особенности секулярного тренда, которые в первую очередь связаны с началом выхода на плато и могут быть обусловлены разновременной динамикой изменения социально-экономических условий в регионах.

Отдельного внимания заслуживают полученные результаты о небольшом снижении средних значений длины тела в когортах юношей и девушек 2000–2006 гг. рождения в некоторых крупных городах России, что может быть как случайной вариацией, так и свидетельствовать об изменении направления секулярного тренда. Возможно, это явление подтверждает общебиологическую гипотезу о волнообразном характере трансэпохальных изменений дефинитивной длины тела.

Список литературы

Антипов Н.В. Акселерация или ретардация: ростовые габариты молодежи в прошлом и настоящем // Сибирский медицинский вестник, 2019. № 3. С. 13-17.
Арон Д.И. Материалы для установки порций тела детей и подростков в возрасте от 8 до 18 лет // Учёные записки МГУ, 1940. № 34. С. 103-125.
Афанасиевская Ю.С. Антропометрические параметры и распределение соматотипов у лиц юношеского возраста Краснодарского края: Автореф. дисс. канд. мед. наук. Волгоград, 2011, 24 с.
Бродовская В.С. Основные признаки физического развития в их возрастной динамике. М.: Гос. мед. изд-во. 1934. 105 с.
Верняев И.И. Культурный поворот в современных зарубежных исследованиях исторической динамики благосостояния // Вестник Санкт-Петербургского уни-

верситета. История, 2024. Т. 69. Вып. 2. С. 503-521. <https://doi.org/10.21638/spbu02.2024.215>

Властовский В.Г. Акселерация роста и развития детей. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1976. 279 с.

Година Е.З., Хомякова И.А., Задорожная Л.В., Пурунджан А.Л., Гилярова О.А., Зубарева В.В., Степанова А.В., Фомина Е.Ю. Московские дети: основные тенденции роста и развития на рубеже столетий. Часть 1 // Вопросы антропологии, 2003. № 92. С. 56-75.

Година Е.З., Хомякова И.А., Задорожная Л.В. Особенности ростовых процессов у городского и сельского населения Севера Европейской части России // Археология, этнография и антропология Евразии, 2017. Т. 45. № 1. С. 146-156.

Иванова Е.А., Негашева М.А., Шер М.Л., Синева И.М., Хафизова А.А., Коршунова Д.Д. Межпоколенная динамика антропометрических показателей и современные тенденции физического развития студентов г. Краснодара // Вестник антропологии, 2025. № 3. С. 379-401.

Карельская АССР за 50 лет. Стат.сборник. Петрозаводск: Статистика. Карельское отд. 1967. 160 с.

Леонтьев В.Ю., Шевченко Л.И. Физическое развитие детей дошкольного и школьного возраста г. Москва по данным обследования 1964 года. Министерство здравоохранения РСФСР. 1966.

Малиновский С.С., Шибанова Е.Ю. Причины и факторы завершения экспансии высшего образования в России // Социологический журнал, 2022. Т. 28. № 3. С. 8-37.

Масюк В.С. Изучение физического развития детей и подростков Республики Карелия // Вопросы современной педиатрии, 2006. Т. 5. № 1. С. 370-371.

Материалы по физическому развитию детей и подростков городов и сельских местностей СССР. Вып. III. Москва. Медицина. 1977. 498 с.

Методические указания по определению уровня физического развития школьников 8-17 лет. Министерство здравоохранения Карельской АССР. Петрозаводск. 1977. 34 с.

Миклашевская Н.Н., Соловьева В.С., Година Е.З. Ростовые процессы у детей и подростков. М.: Изд-во МГУ. 1988. 182 с.

Минкевич М.А., Гориневская В.В. Штандарты антропометрических измерений и физиологических величин для различных групп населения г. Москвы: (По материалам Отделения физич. культуры и Отделения охраны здоровья детей Мосздравотд.). М.: Мосздравотд. 1927. 152 с.

Миронов Б.Н. Изменение длины тела российских мужчин в XX в. и его факторы по результатам анализа больших данных: методические аспекты // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 2. С. 5-16.

Миронов Б.Н., Евсеев Е.А. Математическая модель динамики длины тела российских мужчин в XX веке // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 3. С. 5-20.

Мухаметова Л.Р. Методы выборочных обследований: учебно-практическое пособие. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009, 166 с.

Надеина С.Я. Эколого-физиологические особенности морфофункционального развития юношей городской и сельской местности Алтайского края: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2012, 20 с.

Надеина С.Я., Филатова О.В. Региональные особенности конституциональной диагностики мужчин и юношей – жителей г. Барнаула // Известия Алтайского государственного университета, 2010. № 3-2 (67). С. 40-46.

Негашева М.А., Синева И.М., Кремнева В.Н., Хафизова А.А., Иванова Е.А., Коршунова Д.Д. Секулярный тренд показателей телосложения и морфологический статус современной студенческой молодежи г. Петрозаводска // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 3. С. 21-39.

Негашева М.А., Филатова О.В., Воронина И.Ю., Куцева Е.В., Синева И.М., Хафизова А.А., Иванова Е.А., Коршунова Д.Д. Секулярный тренд показателей телосложения и разработка региональных стандартов физического развития студенческой молодежи Алтайского края (г. Барнаул) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2024. № 3. С. 16-34.

Норейко Т.С. Материалы к судебно-медицинской экспертизе половой зрелости девушек Карельской АССР. Дисс. ... канд. мед. н. Т. 1. Ленинград. 1965. 255 с.

Пашкова И.Г., Алексина Л.А. Онтогенетические изменения физического статуса женщин в Республике Карелия // Учёные записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова, 2011. Т. 18. № 1. С. 36-39.

Пашкова И.Г. Морфофункциональные корреляции физического развития и минеральной плотности костной ткани у взрослого населения республики Карелия. Автореф. дисс. ... докт. мед. н. Санкт-Петербург, 2014. 42 с.

Сафоненкова Е.В. Секулярный тренд и перспективы развития (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий, 2022. № 3. С. 83-90.

Слетков Л.А. Физическое развитие и состояние здоровья городских и сельских школьников Алтайского края: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Барнаул, 1965, 24 с.

Филатова О.В., Третьякова И.П., Ковригин А.О., Воронина И.Ю., Валентюкевич О.И.: Тенденции в физическом развитии женщин Алтайского края. АлтГУ, Барнаул, 2018.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Секулярная динамика показателей длины и массы тела детей России от рождения до 17 лет // Археология, этнография и антропология Евразии, 2019. Т. 47. № 3. С. 145-157.

Федотова Т.К., Горбачева А.К. Длительная временная динамика соматических показателей в подростковом и юношеском возрасте. Мета-анализ по материалам России и бывшего СССР (1880-е-2010-е гг.) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2020. № 1. С. 16-24.

Физическое развитие детей и подростков городских и сельских местностей СССР. Вып. IV. Ч. I. М., 1988. 223 с.

Физическое развитие детей, подростков и молодежи Российской Федерации в 2000–2021 годах. База данных. Номер свидетельства: 2022620676. Дата регистрации: 03.03.2022.

Харченко Е.В. Медико-биологические и социальные аспекты подготовки девочек-подростков к репродуктивной функции: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Барнаул, 1997. 24 с.

Хафизова А.А., Негашева М.А., Иванова Е.А., Синева И.М., Гаврюшин М.Ю., Воронина И.Ю.: Пространственно-временная изменчивость дефинитивной длины тела мужчин и женщин разных регионов России в 1900–2000-х гг. // Вестник антропологии, 2025. № 4. С. 291-305.

Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников крупного мегаполиса в последние десятилетия: Составление, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки. Докторская дисс. Москва, 2000.

Arcaleni E. Secular trend and regional differences in the stature of Italians, 1854–1980. *Economics and Human Biology*, 2006, 4 (1), pp. 24-38. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2005.06.003>

Bogin B. *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, 2020. <https://doi.org/10.1017/9781108379977>

Bogin B. Social-Economic-Political-Emotional (SEPE) factors regulate human growth. *Human Biology and Public Health*, 2021, 1. <https://doi.org/10.52905/hbph.v1.10>.

Bogin B., Keep R. Eight thousand years of economic and political history in Latin America revealed by anthropometry. *Annals of Human Biology*, 1999, 26 (4), pp. 333-351.

Bogin B. What makes people grow? Love and hope. *Journal of Physiological Anthropology*, 2023, 42(1), p. 13. <https://doi.org/10.1186/s40101-023-00330-7>

Buunk A.P., Stulp G. Schaufeli W.B. Effect of Self-reported Height on Occupational Rank Among Police Officers: Especially for Women it Pays to be Tall. *Evolutionary Psychological Science*, 2021, 7, pp. 411-418. <https://doi.org/10.1007/s40806-021-00281-1>

Cole T.J. The secular trend in human physical growth: a biological view. *Economics & Human Biology*, 2003, 1 (2), pp. 161-168. [https://doi.org/10.1016/S1570-677X\(02\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S1570-677X(02)00033-3)

Conery M., Grant S.F.A. Human Height: A Model Common Complex Trait. *Annals of Human Biology*, 2023, 50, 1, pp. 258-266. <https://doi.org/10.1080/03014460.2023.2215546>

Danubio M.E., Sanna E. Secular changes in human biological variables in Western countries: an updated review and synthesis. *Journal of Anthropological Sciences*, 2008, 86, pp. 91-112.

Giofrè D., Geary D.C., Halsey L.G. The sexy and formidable male body: men's height and weight are condition-dependent, sexually selected traits. *Biol Lett*, 2025, 21(1), pp. 20240565. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2024.0565>

Godina E.Z. Secular trends in some Russian populations. *Anthropologischer Anzeiger*, 2011, 68 (4), pp. 367-377. <https://doi.org/10.1127/0003-5548/2011/0156>.

Hatton T.J., Bray B.E. Long run trends in the heights of European men, 19th–20th centuries. *Economics & Human Biology*, 2010, 8 (3), pp. 405–413. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2010.03.001>

Hermanussen M., Erofeev S., Scheffler C. The socio - endocrine regulation of human growth. *Acta Paediatrica*, 2022, 111 (11), pp. 2077-2081. <https://doi.org/10.1111/apa.16504>

Hermanussen M., Scheffler C. Stature signals status: The association of stature, status and perceived dominance—a thought experiment. *Anthropologischer Anzeiger*, 2016, 73(4), pp. 265-274. <https://doi.org/10.1127/antranz/2016/0698>

Hermanussen M., Wit J.M. How much nutrition for how much growth? *Hormone Research in Paediatrics*, 2017, 88(1), pp. 38-45. <https://doi.org/10.1159/000454832>

Ikeda N., Nishi N. Spatiotemporal Variations in Mean Height of 17-year-old Students Born in 1957–2002 across 47 Japanese Prefectures: Evidence from School Health Surveys. *Economics and Human Biology*, 2023, 51, pp. e101283. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2023.101283>

Khafizova A.A., Negasheva M.A., Movsesian A.A. Socioeconomic Determinants of Regional Differences in

Adult Height: A Pilot Study of 42 Russian Regions. *American Journal of Human Biology*, 2025a, 37 (6). <https://doi.org/10.1002/ajhb.70072>

Kirchengast S., Juan A., Waldhoer T., Yang L. An increase in the developmental tempo affects the secular trend in height in male Austrian conscripts birth cohorts 1951–2002. *American Journal of Human Biology*, 2023, 35 (4). <https://doi.org/10.1002/ajhb.23848>

Kirchengast S., Waldhör T., Juan A., Yang L. Secular Trends and Regional Pattern in Body Height of Austrian Conscripts Born between 1961 and 2002. *Economics and Human Biology*, 2024, 53, pp. e101371. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2024.101371>

Kozlov A.I., Vershubsky G.G. Secular Trends in Average Height and Age at Menarche of Ethnic Russians and Komi-Permyaks of the Permsky Krai, Russia. *Anthropologischer Anzeiger*, 2015, 72, 1, pp. 27-42. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2014/0427>

Kryst Ł., Żegleń M., Woronkiewicz A., Kowal M. Body height, weight, and Body Mass Index – magnitude and pace of secular changes in children and adolescents from Kraków (Poland) between 1983 and 2020. *American Journal of Human Biology*, 2022, 34, 9, pp. e23779. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23779>

Larnkjær A., Attrup Schrøder S., Maria Schmidt I., Hørby Jørgensen M., Fleischer Michaelsen, K. (2006). Secular change in adult stature has come to a halt in northern Europe and Italy. *Acta Paediatrica*, 2006, 95 (6), pp. 754-755. <https://doi.org/10.1080/08035250500527323>

Lebedeva L.S., Kucherova Yu.V., Godina E.Z. Secular Changes in Male Body Height in the European Part of Russia during the 20th Century. *Collegium Anthropologicum*, 2020, 44, 2, pp. 63-72. <https://doi.org/10.5671/ca.44.2.1>

Lehmann A., Floris J., Woitek U., Rühli F.J., Staub K. Temporal trends, regional variation and socio-economic differences in height, BMI and body proportions among German conscripts, 1956-2010. *Public Health Nutrition*, 2017, 20 (3), pp. 391-403. <https://doi.org/10.1017/S1368980016002408>

Lopuszanska-Dawid M., Kołodziej H., Lipowicz A., Szklarska A., Kopiczko A., Bielicki, T. (). Social class-specific secular trends in height among 19-year old Polish men: 6th national surveys from 1965 till 2010. *Economics & Human Biology*, 2020, 37, pp. 100832. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2019.100832>

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). A century of trends in adult human height. *Elife*, 2016, 5, e13410. <https://doi.org/10.7554/eLife.13410>

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants. *The Lancet*, 2020, 396 (10261), 1511-1524. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31859-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31859-6)

Nefedova T.G., Glezer O.B. Transformation of Russia's Sociogeographical Space. *Regional Research of Russia*, 2023, 13(1), pp. 142-168. <https://doi.org/10.1134/S2079970522700538>

Negasheva M.A., Zimina S.N., Khafizova A.A., Sirazetdinov R.E., Sineva I.M. Secular changes in the morphotype of the modern human (based on anthropometric data from a retrospective survey of moscow youth). *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 2020, 75, 1, pp. 13-19. <https://doi.org/10.3103/S0096392520010071>

Negasheva M.A., Fedorchuk O.A., Khafizova A.A., Movsesian A.A. Diachronic height changes in Europe from the Mesolithic to the present: Exploring Possible Causes and Regional Specificities. *American Journal of Human Biology*, 2024a, 37 (1), pp. e2417. <https://doi.org/10.1002/ajhb.24176>

Negasheva M.A., Khafizova A.A., Movsesian, A.A. Secular trends in height, weight, and body mass index in the context of economic and political transformations in Russia from 1885 to 2021. *American Journal of Human Biology*, 2024b, 36 (2), pp. e23992. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23992>

Negasheva M.A., Khafizova A.A., Movsesian A.A. Time Trends in Adult Height Among Russian Males and Females (1966–2000) and Projections to 2050 in the Context of Changing Living Conditions. *American Journal of Human Biology*, 2025, 37 (9), pp. e70145. <https://doi.org/10.1002/ajhb.70145>

Niere O., Spannemann L., Stenzel P., Bogin B., Hermanussen M., Scheffler C. Plasticity of human growth – a systematic review on psychosocial factors influencing growth. *Anthropologischer Anzeiger*, 2020, 77(5), pp. 431-443. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1223>

Rybak A., Bents D., Krueger J., Groth D. The end of the secular trend in Norway: spatial trends in body height of Norwegian conscripts in the 19th, 20th and 21st century. *Anthropologischer Anzeiger*. Bericht über die biologisch-anthropologische Literatur, 2020, 77, 5, pp. 415-421. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1254>

Perkins J.M., Subramanian S.V., Davey Smith G., Özalp E. Adult height, nutrition, and population health. *Nutrition Reviews*, 2016, 74 (3), pp. 149-165. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv105>

Scheffler C., Hermanussen M., Soegianto S.D.P., Homaleussy A.V., Touw S.Y., Angi S. I., Ariyani Q.S., Suryanto T., Matuleussy G.K.I., Fransiskus T., Safira A.V.C., Puteri M.N., Rahmani R., Ndaparoka D.N., Payong M.K.E., Indrajati Y.D., Purba R.K.H., Manubulu R.M., Julia M., Pulungan A.B. Stunting as a synonym of social disadvantage and poor parental education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(3), pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031350>

Silventoinen K. Determinants of variation in adult body height. *Journal of Biosocial Science*, 2003, 35(2), pp. 263-285. <https://doi.org/10.1017/S0021932003002633>

Staub K., Rühli F., Woitek U., Pfister C. The average height of 18- and 19-year-old conscripts (N=458,322) in Switzerland from 1992 to 2009, and the secular height trend since 1878. *Swiss Medical Weekly*, 2011. <https://doi.org/10.4414/smww.2011.13238>

Stulp G., Barrett L. Evolutionary perspectives on human height variation. *Biological Reviews*, 2016, 91(1), pp. 206-234. <https://doi.org/10.1111/brv.12165>

Thompson K., Portrait F., Schoonmade L. The height premium: A systematic review and meta-analysis. *Economics & Human Biology*, 2023, 50, pp. 101273. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2023.101273>

Vinci L., Floris J., Koepke N., Matthes K.L., Bochud M., Bender N., Rohrmann S., Faeh D., Staub K. Have Swiss adult males and females stopped growing taller? Evidence from the population-based nutrition survey menuCH, 2014/2015. *Economics & Human Biology*, 2019, 33, pp. 201-210. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2019.03.009>

Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>

Wickham H., François R., Henry L., Müller K., Vaughan D. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. 2023. (R package version 1.1.4).

Yengo L., Vedantam S., Marouli E., Sidorenko J., Bartell E. et al. A Saturated Map of Common Genetic Variants Associated with Human Height. *Nature*, 2022, 610, 7933, pp. 704-712. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05275-y>

References

Afanasievskaya Iu.S. *Anthropometric Parameters and Distribution of Somatotypes in Young People of the Krasnodar Region*. Ph.D. diss. abstract, Volgograd, 2011. 24 p. (In Russ.).

Antipov N.V. Acceleration or retardation: height-weight dimensions of young people in the past and present. *Siberian Medical Bulletin*, 2019, 3, pp. 13-17. (In Russ.).

Arcaleni E. Secular trend and regional differences in the stature of Italians, 1854-1980. *Economics and Human Biology*, 2006, 4 (1), pp. 24-38. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2005.06.003>

Aron D.I. Materials for the installation of body portions of children and adolescents aged 8 to 18 years. *Scientific Notes of Moscow State University*, 1940, 34, pp.103-125. (In Russ.).

Bogin B. *Patterns of Human Growth*. Cambridge University Press, 2020. <https://doi.org/10.1017/9781108379977>

Bogin B. Social-Economic-Political-Emotional (SEPE) factors regulate human growth. *Human Biology and Public Health*, 2021, 1. <https://doi.org/10.52905/hbph.v1.10>

Bogin B., Keep R. Eight thousand years of economic and political history in Latin America revealed by anthropometry. *Annals of Human Biology*, 1999, 26 (4), pp. 333-351.

Bogin B. What makes people grow? Love and hope. *Journal of Physiological Anthropology*, 2023, 42(1), p. 13. <https://doi.org/10.1186/s40101-023-00330-7>

Brodovskaya V.S. Basic signs of physical development in their age dynamics. Moscow, State Medical Publ., 1934. 105 p. (In Russ.).

Buunk A.P., Stulp G. Schaufeli W.B. Effect of Self-reported Height on Occupational Rank Among Police Officers: Especially for Women it Pays to be Tall. *Evolutionary Psychological Science*, 2021, 7, pp. 411-418. <https://doi.org/10.1007/s40806-021-00281-1>

Cole T.J. The secular trend in human physical growth: a biological view. *Economics & Human Biology*, 2003, 1 (2), pp. 161-168. [https://doi.org/10.1016/S1570-677X\(02\)00033-3](https://doi.org/10.1016/S1570-677X(02)00033-3)

Conery M., Grant S.F.A. Human Height: A Model Common Complex Trait. *Annals of Human Biology*, 2023, 50, 1, pp. 258-266. <https://doi.org/10.1080/03014460.2023.2215546>

Danubio M.E., Sanna E. Secular changes in human biological variables in Western countries: an updated review and synthesis. *Journal of Anthropological Sciences*, 2008, 86, pp. 91-112.

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Secular dynamics of indicators of length and body weight of Russian children from birth to 17 years. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2019, 47, 3, pp. 145-157. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2019.47.3.145-157>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Secular dynamics of indicators of length and body weight of Russian children from birth to 17 years. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2019, 47, 3, pp. 145-157. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2019.47.3.145-157>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Long-term temporal dynamics of somatic indicators in adolescence and youth. Meta-analysis based on materials from Russia and the former USSR (1880s-2010s). *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2020, 1, pp. 16-24. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.1.016-024>

Filatova O.V., Tret'yakova I.P., Kovrigin A.O., Voronina I.Yu. Valentyukevich O.I. *Trends in the physical development of women in Altai Krai.*, Eds. Barnaul, AltSU Publ., 2018. (In Russ.).

Giofrè D., Geary D.C., Halsey L.G. The sexy and formidable male body: men's height and weight are condition-dependent, sexually selected traits. *Biol Lett*, 2025, 21(1), pp. 20240565. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2024.0565>

Godina E.Z. Secular trends in some Russian populations. *Anthropologischer Anzeiger*, 2011, 68 (4), pp. 367-377. <https://doi.org/10.1127/0003-5548/2011/0156>

Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V., Purundzhan A.L., Gilyarova O.A., Zubareva V.V., Stepanova A.V., Fomina E.Yu.: Moscow children: main trends of growth and development at the turn of the century. Part 1. *Problems of anthropology*, 2003, 92, pp. 56-75. (In Russ.).

Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V. Features of growth processes in the urban and rural population of the North of the European part of Russia. *Archaeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2017, 45, 1, pp. 146-156. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2017.45.1.146-156>

Hatton T.J., Bray B.E. Long run trends in the heights of European men, 19th–20th centuries. *Economics & Human Biology*, 2010, 8 (3), pp. 405-413. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2010.03.001>

Hermanussen M., Erofeev S., Scheffler C. The socio - endocrine regulation of human growth. *Acta Paediatrica*, 2022, 111 (11), pp. 2077-2081. <https://doi.org/10.1111/apa.16504>

Hermanussen M., Scheffler C. Stature signals status: The association of stature, status and perceived dominance—a thought experiment. *Anthropologischer Anzeiger*, 2016, 73(4), pp. 265-274. <https://doi.org/10.1127/antranz/2016/0698>

Hermanussen M., Wit J.M. How much nutrition for how much growth? *Hormone Research in Paediatrics*, 2017, 88(1), pp. 38-45. <https://doi.org/10.1159/000454832>

Ikeda N., Nishi N. Spatiotemporal Variations in Mean Height of 17-year-old Students Born in 1957–2002 across 47 Japanese Prefectures: Evidence from School Health Surveys. *Economics and Human Biology*, 2023, 51, pp. e101283. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2023.101283>

Ivanova E.A., Negasheva M.A., Sher M.L., Sineva I.M., Khafizova A.A., Korshunova D.D. Intergenerational dynamics of anthropometric indicators and modern trends in the physical development of students in Krasnodar. *Bulletin of Anthropology*, 2025, 3, pp. 379-401. (In Russ).

Karelian ASSR for 50 years. Statistical collection. Petrozavodsk: Statistics. Karelian branch. 1967. 160 p.

Khafizova A.A., Negasheva M.A., Movsesian A.A. Socioeconomic Determinants of Regional Differences in Adult Height: A Pilot Study of 42 Russian Regions. *American Journal of Human Biology*, 2025a, 37 (6). <https://doi.org/10.1002/ajhb.70072>

Khafizova A.A., Negasheva M.A., Ivanova E.A., Sineva I.M., Gavryushin M.Yu., Voronina I.Yu. Spatio-temporal variability of the definitive body length of men and women in different regions of Russia in the 1900s–2000s. *Bulletin of*

- Anthropology*, 2025, 4, 291-305. (In Russ.). <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2024-4/291-305>
- Kharchenko E.V. *Biomedical and social aspects of adolescent girls' preparation for reproductive function*. PhD in Medicine Thesis. Barnaul, 1997. 24 p. (In Russ.).
- Kirchengast S., Juan A., Waldhoer T., Yang L. An increase in the developmental tempo affects the secular trend in height in male Austrian conscripts birth cohorts 1951–2002. *American Journal of Human Biology*, 2023, 35 (4). <https://doi.org/10.1002/ajhb.23848>
- Kirchengast S., Waldhör T., Juan A., Yang L. Secular Trends and Regional Pattern in Body Height of Austrian Conscripts Born between 1961 and 2002. *Economics and Human Biology*, 2024, 53, pp. e101371. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2024.101371>
- Kozlov A.I., Vershubsky G.G. Secular Trends in Average Height and Age at Menarche of Ethnic Russians and Komi-Permyaks of the Permsky Krai, Russia. *Anthropologischer Anzeiger*, 2015, 72, 1, pp. 27-42. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2014/0427>
- Kryst Ł., Żegleń M., Woronkiewicz A., Kowal M. Body height, weight, and Body Mass Index – magnitude and pace of secular changes in children and adolescents from Kraków (Poland) between 1983 and 2020. *American Journal of Human Biology*, 2022, 34, 9, pp. e23779. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23779>
- Larnkjær A., Attrup Schrøder S., Maria Schmidt I., Hørby Jørgensen M., Fleischer Michaelsen, K. (2006). Secular change in adult stature has come to a halt in northern Europe and Italy. *Acta Paediatrica*, 2006, 95 (6), pp. 754-755. <https://doi.org/10.1080/08035250500527323>
- Lebedeva L. S., Kucherova Yu. V., Godina E. Z. Secular Changes in Male Body Height in the European Part of Russia during the 20th Century. *Collegium Antropologicum*, 2020, 44, 2, pp. 63-72. <https://doi.org/10.5671/ca.44.2.1>
- Lehmann A., Floris J., Woitek U., Rühli F.J., Staub K. Temporal trends, regional variation and socio-economic differences in height, BMI and body proportions among German conscripts, 1956-2010. *Public Health Nutrition*, 2017, 20 (3), pp. 391-403. <https://doi.org/10.1017/S13688980016002408>
- Leontiev V.Yu., Shevchenko L.I. *Physical development of preschool and school-age children in Moscow according to the 1964 survey*. Ministry of Health of the RSFSR. 1966. 47 p. (In Russ.).
- Lopuszanska-Dawid M., Kołodziej H., Lipowicz A., Szklarska A., Kopiczko A., Bielicki, T. (). Social class-specific secular trends in height among 19-year old Polish men: 6th national surveys from 1965 till 2010. *Economics & Human Biology*, 2020, 37, pp. 100832. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2019.100832>
- Malinovsky S.S., Shibanova E.Yu. Causes and factors of the completion of the expansion of higher education in Russia. *Sociological Journal*, 2022, 28 (3), pp. 8-37. (In Russ.). <https://doi.org/10.19181/socjour.2022.28.3.9149EDN:AQUFFI>
- Masyuk V.S. Study of physical development of children and adolescents of the Republic of Karelia. *Current Pediatrics*, 2006, 5 (1), pp. 370-371. (In Russ.).
- Materials on physical development of children and adolescents in cities and rural areas of the USSR. Issue III. Moscow. Medicine Publ., 1977. 498 p.
- Methodological guidelines for determining the level of physical development of schoolchildren aged 8-17. *Ministry of Health of the Karelian ASSR*. Petrozavodsk, 1977. 34 p. (In Russ.).
- Miklashevskaya N.N., Solovieva V.S., Godina E.Z. *Growth processes in children and adolescents*. Moscow: Moscow State University Publ., 1988. 182 p. (In Russ.).
- Minkevich M.A., Gorinevskaya V.V. *Standards of anthropometric measurements and physiological values for various groups of the population of Moscow: (Based on the materials of the Department of Physical Culture and the Department of Children's Health of the Moscow Health Department)*. Moscow: Moscow Health Department, 1927. 152 p. (In Russ.).
- Mironov B.N. Changes in the body length of Russian men in the 20th century and its factors based on the results of big data analysis: methodological aspects. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2025, 2, pp. 5-16. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-2-1>
- Mironov B.N., Evseev E.A. Mathematical model of the dynamics of body length of Russian men in the 20th century. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2025, 3, pp. 5-20. (In Russ.) <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-1>
- Mukhametova, L.R. *Methods of sample surveys: a teaching aid*. Orenburg: State Educational Institution OSU, 2009. 166 p. (In Russ.).
- Nadeina S.Ya. *Ecological and physiological characteristics of morphofunctional development of young men in urban and rural areas of Altai Krai*. PhD in Biology Thesis. Barnaul, 2012. 20 p. (In Russ.).
- Nadeina S.Ya., Filatova O.V. Regional peculiarity of constitutional diagnostic of men and young people – citizens of Barnaul. *Izvestiya of Altai State University*, 2010, 3-2 (67), pp. 40-46. (In Russ.).
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). A century of trends in adult human height. *Elife*, 2016, 5, e13410. <https://doi.org/10.7554/eLife.13410>
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants. *The Lancet*, 2020, 396 (10261), 1511-1524. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31859-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31859-6)
- Nefedova T.G., Glezer O.B. Transformation of Russia's Sociogeographical Space. *Regional Research of Russia*, 2023, 13(1), pp. 142-168. <https://doi.org/10.1134/S2079970522700538>
- Negasheva M.A., Zimina S.N., Khafizova A.A., Sirazetdinov R.E., Sineva I.M. Secular changes in the morphotype of the modern human (based on anthropometric data from a retrospective survey of moscow youth). *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 2020, 75,1, pp.13-19. <https://doi.org/10.3103/S0096392520010071>
- Negasheva M.A., Fedorchuk O.A., Khafizova A.A., Movsesian A.A. Diachronic height changes in Europe from the Mesolithic to the present: Exploring Possible Causes and Regional Specificities. *American Journal of Human Biology*, 2024a, 37 (1), pp. e2417. <https://doi.org/10.1002/ajhb.24176>
- Negasheva M.A., Khafizova A.A., Movsesian, A.A. Secular trends in height, weight, and body mass index in the context of economic and political transformations in Russia from 1885 to 2021. *American Journal of Human Biology*, 2024b, 36 (2), pp. e23992. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23992>
- Negasheva M.A., Filatova, O.V., Voronina I. Yu., Kutseva E.V., Sineva I.M., Khafizova A.A., Ivanova E.A., Korshunova D.D. Secular trend of body build indicators and development of regional standards for physical development of student youth of the Altai Territory (Barna-

ul). *Lomonosov Journal of Anthropology* (Moscow University Anthropology Bulletin), 2024, 3, pp. 16–34. (In Russ.). <https://doi.org/0.55959/MSU2074-8132-24-3-2>

Negasheva M.A., Khafizova A.A., Movsesian A.A. Time Trends in Adult Height Among Russian Males and Females (1966–2000) and Projections to 2050 in the Context of Changing Living Conditions. *American Journal of Human Biology*, 2025, 37 (9), pp. e70145. <https://doi.org/10.1002/ajhb.70145>

Negasheva M.A., Sineva I.M., Kremneva V.N., Khafizova A.A., Ivanova E.A., Korshunova D.D. Secular trend of body type indicators and morphological status of modern student youth of Petrozavodsk. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2025, 3, pp. 21–39. (In Russ.).

Niere O., Spannemann L., Stenzel P., Bogin B., Hermanussen M., Scheffler C. Plasticity of human growth – a systematic review on psychosocial factors influencing growth. *Anthropologischer Anzeiger*, 2020, 77(5), pp. 431–443. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1223>

Noreiko T.S. *Materials for the forensic medical examination of puberty of girls of the Karelian ASSR*. PhD in Medicine Thesis. Vol. 1. Leningrad, 1965. 255 p. (In Russ.).

Pashkova I.G., Aleksina L.A. *Ontogenetic changes in the physical status of women in the Republic of Karelia*. Scientific Notes of Pavlov St. Petersburg State Medical University, 2011, 18 (1), pp. 36–39. (In Russ.).

Pashkova I.G. *Morphofunctional correlations of physical development and bone mineral density in the adult population of the Republic of Karelia*. Doctor of Medical Science Thesis. Saint Petersburg, 2014. 42 p. (In Russ.).

Physical development of children and adolescents in urban and rural areas of the USSR. Vol. IV. Part I. Moscow, 1988. 223 p.

Physical development of children, adolescents and youth of the Russian Federation in 2000–2021. Database. Certificate number: 2022620676. Date of registration: 03.03.2022.

Rybak A., Bents D., Krueger J., Groth D. The end of the secular trend in Norway: spatial trends in body height of Norwegian conscripts in the 19th, 20th and 21st century. *Anthropologischer Anzeiger*. Bericht über die biologisch-anthropologische Literatur, 2020, 77, 5, pp. 415–421. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2020/1254>

Perkins J.M., Subramanian S.V., Davey Smith G., Özaltın E. Adult height, nutrition, and population health. *Nutrition Reviews*, 2016, 74 (3), pp. 149–165. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv105>.

Safonenkova E.V. Secular trend and development prospects (literature review). *Bulletin of new medical technologies*. 2022, 3, pp. 83–90. (In Russ.).

Scheffler C., Hermanussen M., Soegianto S.D.P., Homalussy A.V., Touw S.Y., Angi S. I., Ariyani Q.S., Suryanto T., Matulessy G.K.I., Fransiskus T., Safira A.V.C., Puteri M.N., Rahmani R., Ndaparoka D.N., Payong M.K.E., Indrajati Y.D., Purba R.K.H., Manubulu R.M., Julia M., Pulungan A.B. Stunting as a synonym of social disadvantage and poor parental education. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18(3), pp. 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031350>

Silventoinen K. Determinants of variation in adult body height. *Journal of Biosocial Science*, 2003, 35(2), pp. 263–285. <https://doi.org/10.1017/S0021932003002633>

Sletkov L.A. *Physical development and health status of urban and rural schoolchildren of Altai Krai*. PhD in Medicine Thesis. Barnaul, 1965. 24 p. (In Russ.).

Staub K., Rühli F., Woitek U., Pfister C. The average height of 18- and 19-year-old conscripts (N=458,322) in Switzerland from 1992 to 2009, and the secular height trend since 1878. *Swiss Medical Weekly*, 2011. <https://doi.org/10.4414/smww.2011.13238>

Stulp G., Barrett L. Evolutionary perspectives on human height variation. *Biological Reviews*, 2016, 91(1), pp. 206–234. <https://doi.org/10.1111/brv.12165>

Thompson K., Portrait F., Schoonmade L. The height premium: A systematic review and meta-analysis. *Economics & Human Biology*, 2023, 50, pp. 101273. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2023.101273>

Verniaev I.I. Cultural turn in contemporary studies of historical dynamics of well-being. *Vestnik of Saint Petersburg University. History*, 2024, 69 (2), pp. 503–521. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/spbu02.2024.215>

Vinci L., Floris J., Koepke N., Matthes K.L., Bochud M., Bender N., Rohmann S., Faeh D., Staub K. Have Swiss adult males and females stopped growing taller? Evidence from the population-based nutrition survey menuCH, 2014/2015. *Economics & Human Biology*, 2019, 33, pp. 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2019.03.009>

Vlastovsky V.G. *Acceleration of growth and development of children*. Moscow, Moscow University Publ., 1976. 279 p. (In Russ.).

Wickham H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016. <https://ggplot2.tidyverse.org>

Wickham H., François R., Henry L., Müller K., Vaughan D. *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. 2023. (R package version 1.1.4).

Yampolskaya Yu.A. *Physical development of schoolchildren in a large metropolis in recent decades: Status, trends, forecast, screening assessment methods*: Doctoral dissertation. Moscow, 2000. (In Russ.).

Yengo L., Vedantam S., Marouli E., Sidorenko J., Bartell E. et al. A Saturated Map of Common Genetic Variants Associated with Human Height. *Nature*, 2022, 610, 7933, pp. 704–712. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05275-y>

Информация об авторах/ Information about the authors

Кузнецова Ольга Алексеевна, к.б.н., кафедра антропологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация
fedorchukoa@ty.msu.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-9645-2014>

Негашева Марина Анатольевна, профессор, д.б.н., кафедра антропологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация;
negasheva@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-7572-4316>

Синева Ирина Михайловна, к.б.н., кафедра антропологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация
i-sineva@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0003-3336-898X>

Хафизова Айнур Асхадовна, к.б.н., кафедра антропологии биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация
aya.khafizova@gmail.com;
<https://orcid.org/0000-0003-4764-6792>

Кремнева Виктория Николаевна, к.п.н., кафедра физической культуры Института физической культуры, спорта и туризма Петрозаводского государственного университета, Петрозаводск, Республика Карелия, Российская Федерация
kremneva@petsu.ru;
<https://orcid.org/0009-0000-4885-5989>

Шер Марина Леонидовна, к.э.н., кафедра педагогики и психологии факультета педагогики, психологии и коммуникативистики Кубанского государственного университета, г. Краснодар, Российская Федерация;
mlsher@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0001-5458-6615>

Kuznetsova Olga Alekseevna, Ph. D.; Department of Anthropology, School of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
fedorchukoa@my.msu.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-9645-2014>

Negasheva Marina Anatolyevna, D. Sci., professor, Department of Anthropology, School of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
negasheva@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-7572-4316>

Sineva Irina Mikhailovna, Ph. D., Department of Anthropology, School of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
i-sineva@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0003-3336-898X>

Khafizova Ainur Askhadovna, Ph. D., Department of Anthropology, School of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
aya.khafizova@gmail.com;
<https://orcid.org/0000-0003-4764-6792>

Kremneva Victoria Nikolaevna, Ph. D., Department of Physical Culture, Institute of Physical Culture, Sports and Tourism, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russian Federation
kremneva@petsu.ru;
<https://orcid.org/0009-0000-4885-5989>

Sher Marina Leonidovna, Ph. D., Department of Pedagogy and Psychology, Faculty of Pedagogy, Psychology and Communication Studies, Kuban State University, Krasnodar, Russian Federation
mlsher@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0001-5458-6615>

Поступила в редакцию 09.07.2025.
Получена после доработки 28.10.2025.
Принята к публикации 28.10.2025.

Received 09.07.2025.
Revised 28.10.2025.
Accepted 28.10.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-3>

УДК/UDC 572.5; 7

Еще раз о корреляции темпов соматического роста и возраста менархе на материалах лонгитудинального исследования 1960-69 годов

Т.К. Федотова, А.К. Горбачева ✉

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

✉ angoria@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. В задачу собственного исследования входит оценка корреляции возраста менархе с показателем пика скорости роста (ПСР).

Материал и методы. К исследованию привлечена продольная серия данных, собранная на протяжении 1960-1969 годов в московских школах. Численность выборки девочек 148 человек, измерения проводились с частотой раз в год в одно и то же календарное время (весной), на момент начала исследования детям было 8 лет, в конце – 17 лет. Программа включала 3 соматических признака – длина и масса тела, обхват груди, – расчетный показатель ИМТ и возраст менархе, зафиксированный с точностью до месяца. Парные корреляции возраста менархе и соматических показателей рассчитаны с использованием классического метода Пирсона на базе пакета программ Statistica 12.

Результаты. Возраст ПСР четко предшествует возрасту менархе, чем быстрее темпы соматического роста, тем в более раннем возрасте наступает менархе. Для индивидуальной динамики приростов массы тела и наступления менархе таких четких соответствий не выявлено, динамика приростов ИМТ имеет флуктуирующий почти случайный характер. Корреляции возраста ПСР с возрастом менархе имеют значительную величину 0,73, корреляции абсолютной величины (уровня) ПСР связаны с возрастом менархе ассоциациями существенно меньшего уровня -0,37. Величина корреляций с возрастом менархе для однолетних возрастных групп на интервале 8-17 лет имеет примерно один и тот же уровень для абсолютных значений длины и массы тела, а динамика корреляций совпадает вплоть до 13-летнего возраста включительно, а далее плавно уменьшается для массы тела, продолжая оставаться достоверной, и резко падает для длины тела, будучи уже недостоверной в возрастах 15-17 лет.

Заключение. Высокие корреляции возраста менархе с возрастом ПСР, выявленные в нашей работе, соответствуют тому факту, что оба показателя имеют, по данным литературных источников, единую генетическую регуляцию. Соответствие выявленных в работе морфологических и генетических закономерностей позволяет говорить, во-первых, о высокой информативности морфологического уровня изменчивости. Во-вторых, о том, что ПСР является уверенным триггером возраста менархе и информативным самостоятельным маркером биологического возраста.

Ключевые слова: антропологическая изменчивость; биологический возраст; пик скорости роста; московские школьницы 8-17 лет; продольное исследование

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова.

Для цитирования: Федотова Т.К., Горбачева А.К. Еще раз о корреляции темпов соматического роста и возраста менархе на материалах лонгитудинального исследования 1960-69 годов // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 39-50. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-3>

Back to the problem of correlation between somatic growth rate and age at menarche (based on longitudinal study carried through 1960-69)

Tatiana K. Fedotova, Anna K. Gorbacheva ✉

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

✉ angoria@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The goal of study is analysis of correlations of age at menarche and age at peak height velocity (PHV).

Material and methods. The study is based on material of longitudinal study of Moscow schoolgirls aged 8-17 years, examined through 1960-1969. The number of participants is 141 girls, observed once a year at one and the same calendar time (spring). The program includes 3 somatic traits – height, weight, chest girth, – calculated BMI and age at menarche, fixed up to month.

Results. Age at peak height velocity (PHV) strictly precedes age at menarche. The faster is somatic growth, the lower is the age at menarche. The individual dynamics of weight increase has no such strict correspondence with the age at menarche, while dynamics of BMI increase has fluctuating random character. Correlations of peak height velocity (PHV) age with age at menarche have significant value 0,73, while correlations of PHV level are significantly less (-0,37). The level of correlations of the age at menarche with the absolute values of height and weight in one-year age groups through the interval 8-17 years is almost the same, the dynamics of correlations coincides up to the 13 years of age, further on smoothly decrease for weight, being still significant, but falls sharply for height, being insignificant at 15-17 years.

Conclusion. High correlations of age at menarche and peak height velocity (PHV) age coincide with the fact that both indicators have unified genetic regulation, according to the world literary data. The coincidence of morphological and genetic conformities allows to postulate high informativeness of morphological level of variability. Also we conclude that peak height velocity (PHV) is a strict distinct trigger of age at menarche and the important marker of biological age.

Keywords: anthropological anthropological diversity; biological age; peak height velocity; Moscow schoolgirls aged 8-17 years; longitudinal study

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University.

For citation: Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Back to the problem of correlation between somatic growth rate and age at menarche (based on longitudinal study carried through 1960-69). *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 39-50. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-3>

Введение

Показатели биологического возраста неизменно находятся в центре внимания аускологов и возрастных физиологов, поскольку именно они могут дать несмещенную корректную оценку темпов индивидуального морфо-функционального развития и хронобиологического статуса популяции, и являются информативными индикаторами секулярных трендов и качества среды в целом в популяционном мониторинге ростовых процессов. Ассоциации темпов соматического роста, возраста менархе, скелетного возраста, соотношение возрастной динамики показателей скелетного роста и поперечного развития тела позволяют уточнить механизмы роста и адаптации в современной урбанизированной дистрессовой среде (Hoshi, Kouchi, 1981; Karlberg, 2002; Yokoza, Higuchi, 2014; Holmgren et al., 2017; Aris et al., 2019; Calcaterra et al., 2023; Zhou et al., 2025). Возраст менархе остается в центре внимания аускологов и специалистов, занимающихся охраной репродуктивного здоровья детей и подростков. В России особое внимание уделяется вопросам формирования репродуктивной системы девочек как актуальной проблеме современной медицины, особенно девочек, проживающих в экологически неблагоприятных регионах (экстремальные климатические условия Крайнего Севера; районы, эндемичные по зубу; области с высоким техногенным промышленным загрязнением, проч.) (Баранов, 1997; Муратов, 2000; Соловьева, 2005; Теленкова, 2005; Сарбашева, 2006; Тролукова, 2006). Информационный стресс и приобретаемая в последние годы статус эпидемии тревожности, которые обсуждаются в качестве триггера возраста менархе (Bakshi et al., 2024), видимо не всегда являются надежной причиной его наступления. Так, показатели темпов физического роста с большей систематичностью связаны с ранним наступлением пубертата (здесь: возраст менархе), чем показатели психологического стресса (Zhang et al., 2019; Glass et al., 2022). Тем не менее, секулярное падение (уменьшение) возраста менархе более интенсивно происходит в более экономически благополучных развитых странах в сравнении с развивающимися, и различается у городского и сельского населения, что показано в численно обширном исследовании в одной из провинций Китая (Liu et al., 2021). Хотя при всей значимости образа жизни и экологических фак-

торов в целом вклад генетического фактора в возраст менархе, по результатам некоторых исследований, остается едва ли не доминирующим (Güran et al., 2023). Глобальным мировым секулярным трендом динамики возраста менархе в целом для стран Европы, Азии, Латинской Америки, Африки является его снижение (Marván et al., 2020; Piras et al., 2020; Queiroga et al., 2020; Garenne, 2021; Pop et al., 2021; Domaradzki et al., 2022; Bajpai et al., 2023; Ulubay et al., 2023; Lin et al., 2024; Okagbue et al., 2024); для большинства регионов (стран) плато еще не достигнуто.

Напомним, что для получения несмещенных представлений о механизмах, темпах и динамике роста, корректной оценки биологических связей процессов роста и созревания организма в аускологии и возрастной физиологии идеальной стратегией является лонгитудинальное (продольное) исследование, представляющее собой последовательное измерение одних и тех же детей в течение ряда лет с постоянными, например, годовыми или полугодовыми интервалами (Бунак, 1962; Властовский, 1976; Ямпольская, 2000; Година, 2003; Garn, 1952; Tanner, 1962).

Ранее авторами на материалах поперечных исследований показана ассоциированность двух показателей биологического возраста (возраст менархе и пик скорости роста (ПСР)) на восходящем отрезке онтогенеза, и их совместная информативность как индикаторов, в первую очередь, ниши развития популяции – качества среды и секулярных трендов (Федотова с соавт., 2025). На материалах нескольких серий московских выборок показано, что темпы роста московских мальчиков ассоциированы с абсолютными значениями показателей жировотложения, в частности, толщиной жировой складки на спине и индексом массы тела. У девочек параллелизм секулярной динамики возраста достижения максимальной скорости роста и динамики изменения толщины жировых складок выражен менее четко. Ведущим компонентом в процессе развития вторичных половых признаков (темпов развития) для этой группы является обезжиренная масса тела (Федотова с соавт., 2024). Показана также информативность пика скорости роста как самостоятельного индикатора секулярной соматической динамики наряду с собственно длиной тела (ДТ) как генетическим маркером (Федотова,

Горбачева, 2024), и маркера качества среды в целом, лежащего в основе хронобиологического статуса популяции и независимых по полу стратегий роста на восходящем отрезке онтогенеза (Fedotova, Gorbacheva, 2023).

В задачу собственного исследования входит оценка корреляции возраста менархе с показателем пика скорости роста (ПСР) на материалах продольной выборки. Результаты работы позволят, с одной стороны, еще раз вернуться к вопросу о триггерах возраста менархе, с другой, оценить информативность пика скорости роста как самостоятельного показателя биологического возраста. Пик скорости роста представляет собой показатель, описывающий момент наибольшей скорости ростовых изменений среднего уровня длины тела (ДТ) в подростковом периоде (иначе: характеристика времени интенсивного протекания пубертатных процессов для каждого отдельного индивидуума), определенный по эмпирическим рядам ежегодных изменений ДТ с последующим сглаживанием по методу наименьших квадратов (Дерябин, Федотова, 2002). Авторы ни в каком случае не ставят знак равенства между, например, скелетным возрастом и обсуждаемым соматическим критерием (пиком ростовой активности в пубертате), но информативность последнего очевидно значительна и его актуальность в межгрупповых и внутривнутригрупповых сравнениях отрицать нельзя. Концепция темпа роста, иначе феномен ПСР, его хронологический возраст и интенсивность, была предложена и всесторонне разработана выдающимся британским создателем аукологии Джеймсом М. Таннером (Tanner, Davies, 1985).

Материалы и методы

К исследованию привлечена продольная серия данных, собранная на протяжении 1960–1969 годов в московских школах Ю.А. Ямпольской, и задействованная ранее в нашей совместной монографии (Дерябин с соавт., 2006). Численность выборки девочек 148 человек, измерения проводились с частотой раз в год в одно и то же календарное время (весной), на момент начала исследования детям было 8 лет, в конце – 17 лет. Программа включала 3 соматических признака – длина тела, масса тела, обхват груди, – расчетный показатель ИМТ и возраст менархе, зафиксированный с точностью до месяца. Методика определения возраста пика

скорости роста была подробно изложена в наших предыдущих работах (Федотова с соавт., 2025; Fedotova, Gorbacheva, 2023): для каждого индивидуума (каждой девочки) определен показатель, описывающий момент (хронологический возраст в годах) наибольшей скорости ростовых изменений уровня длины тела в подростковом периоде (возраст пика скорости роста, ВПСР), определенный по эмпирическим рядам ежегодных изменений величины длины тела с последующим сглаживанием по методу наименьших квадратов; также показатель наибольшего абсолютного количественного уровня ростовых изменений в см (интенсивность пика скорости роста, ИПСР), приходящийся на этот момент. Аналогичная процедура проведена для массы тела и ИМТ. Парные корреляции возраста менархе и соматических показателей рассчитаны с использованием классического метода Пирсона на базе пакета программ Statistica 12.

Результаты

На рисунке 1 приведена динамика индивидуальных приростов длины тела и возраст менархе трех девочек – с наиболее ранним пиком скорости роста (ПСР), средним ПСР и наиболее поздним ПСР. Возраст пика скорости роста четко предшествует возрасту менархе, чем быстрее темпы соматического роста, тем в более раннем возрасте наступает менархе. Для индивидуальной динамики приростов массы тела и наступления менархе таких четких соответствий не выявлено (рис. 2), динамика приростов ИМТ и вовсе имеет флуктуирующий почти случайный характер. Корреляции возраста ПСР с возрастом менархе имеют значительную величину 0,73, корреляции абсолютной величины (уровня) ПСР связаны с возрастом менархе корреляциями существенно меньшего уровня -0,37 (табл.1). Для контроля были рассчитаны корреляции возраста менархе с абсолютными значениями показателей длины и массы тела для одногодных возрастных групп на возрастном интервале 8-17 лет (табл.1). Величина корреляций с возрастом менархе имеет примерно один и тот же уровень для длины и массы тела, а динамика корреляций совпадает вплоть до 13-летнего возраста включительно, а далее плавно уменьшается для массы тела, продолжая оставаться достоверной, и резко падает для длины тела, будучи уже недостоверной в возрастах 15-17 лет.

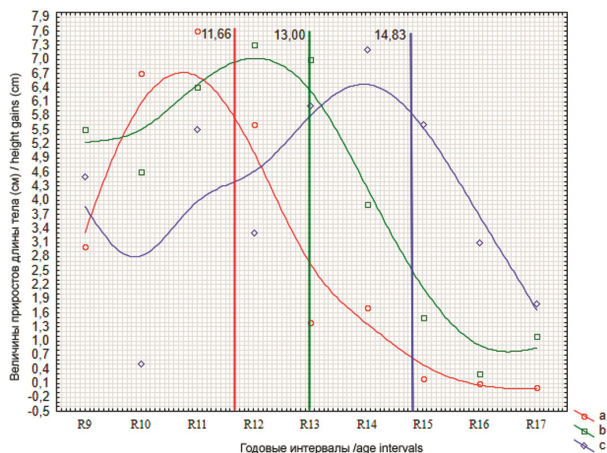


Рисунок 1. Примеры индивидуальной динамики межгодовых приростов длины тела для девочек с более ранним (а), поздним (с) и промежуточным (b) значениями возраста пика скорости роста (ПСР). Вертикальными линиями соответствующего цвета отмечены возраста наступления Me.

По оси X – годовые возрастные интервалы (9 – интервал между 8 и 9 годами, ..., 17 – между 16 и 17 годами); по оси Y – величины приростов длины тела (см)

Figure 1. The examples of individual dynamics of height year gains in girls with early (c), late (b) and medium (a) age at peak height velocity (PHV). Vertical lines of the appropriate colors mark age at menarche.

Axis X – age intervals (9 – between ages of 8 and 9 years, ..., 17 – between ages of 16 and 17 years); axis Y – height gains (cm)

Обсуждение

Результаты настоящего лонгитудинального исследования подтверждают высокую коррелированность возраста ПСР и возраста наступления менархе. Проблему взаимосвязи показателей биологического возраста (соматическое развитие, половое развитие, зубной возраст, скелетный (костный) возраст), видимо, нельзя считать окончательно решенной. Морфологические критерии биологического возраста, например, скелетное и половое развитие, в меньшей степени скелетное и соматическое развитие, достаточно тесно связаны и в некоторые периоды взаимозаменяемы (Хрисанфова, 1999). Ведущее

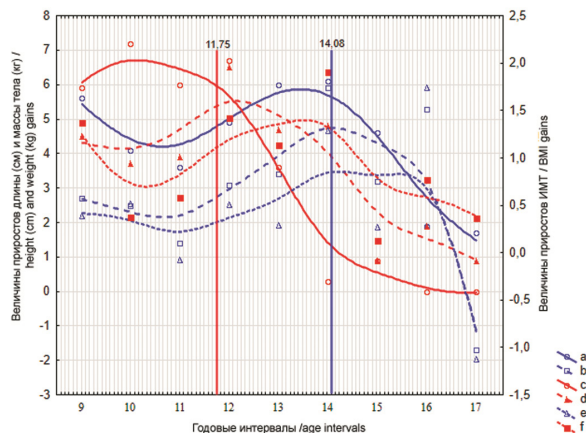


Рисунок 2. Динамика межгодовых приростов длины (а, с) и массы тела (b, d) и ИМТ (е, f) относительно с возрастом Me на примере девочек с более ранним (с, d, f (линии красного цвета)) и более поздним (а, b, e (линии синего цвета)) возрастом пика скорости роста (ПСР). Вертикальными линиями соответствующего цвета отмечены возраста наступления Me.

По оси X – годовые возрастные интервалы (9 – интервал между 8 и 9 годами, ..., 17 – между 16 и 17 годами); по левой оси Y – величины приростов длины (см) и массы тела (кг), по правой оси Y – величины приростов ИМТ

Figure 2. Dynamics of year gains of height (a, c), weight (b, d), BMI (e, f) regarding age at menarche on the example of the girls with early (c, d, f (red lines)) and late (a, b, e (blue lines)) age at peak height velocity (PHV). Vertical lines of the appropriate colors mark age at menarche.

Axis X – age intervals (9 – between ages of 8 and 9 years, ..., 17 – between ages of 16 and 17 years); left axis Y – height (cm) and weight (kg) gains, right axis Y – BMI gains

значение для пубертатного периода онтогенеза имеет состояние гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы, параметры которой скоррелированы с большим числом морфологических и функциональных признаков, в той или иной мере гормонально зависимых, в их числе скелетное, половое, в меньшей степени соматическое развитие (Хрисанфова, 1999). Высокая коррелированность «безусловного» (классического) критерия биологического возраста – возраста менархе – с возрастом ПСР, зафиксированная в настоящей работе, делает ПСР также надежным критерием биологического возраста, характеризующим индивидуальные темпы роста. Уровень

Таблица 1. Значения корреляций возраста Ме с возрастом пика скорости роста (ПСР) и его интенсивностью (ИПСР), абсолютными значениями длины и массы тела в 8-17 лет у московских школьниц 1960-69 гг. обследования
Table 1. Values of correlations between age at menarche and age at Peak height velocity (PHV), PHV level and absolute values of height and weight through age interval 8-17 years in Moscow schoolgirls examined in 1960-69

N	Возраст пика скорости роста Age at Peak height velocity	N	Интенсивность пика скорости роста Peak height velocity level		
141	0,73***	141	-0,37***		
N	Возраст Age	Длина тела Height	N	Возраст Age	Масса тела Weight
148	8	-0,28**	148	8	-0,38***
148	9	-0,32***	148	9	-0,40***
148	10	-0,39***	148	10	-0,46***
148	11	-0,49***	148	11	-0,51***
148	12	-0,54***	148	12	-0,56***
148	13	-0,43***	148	13	-0,55***
148	14	-0,22**	148	14	-0,49***
148	15	-0,07	148	15	-0,42***
148	16	0,018	148	16	-0,32***
148	17	0,07	148	17	-0,28***

Примечания. Уровень достоверности различий: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.
 Notes. Significance of differences: ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$.

корреляций в работе свидетельствует, что возраст менархе связан в целом с соматической акцелерированностью организма или «зрелостью формы» – длиной, массой и ИМТ как условной характеристикой состава тела – однако именно длина тела и темпы роста тела в длину являются в большей степени наследственно обусловленными показателями, нежели масса тела и ИМТ, чья зависимость от среды выражается, по результатам некоторых исследований, цифрой 90% (Silventoinen et al., 2007, 2008; Bondareva et al., 2019). В целом реализация наследственной программы развития является в значительной степени «заложником» конкретных условий среды и целого спектра факторов, не имеющих прямого отношения к хронологическому возрасту, с которым собственно сопоставляется возраст биологический.

Также в аукологии хорошо известно, что акцелерированность развития или опережающее развитие связано с интенсивным ростом длины тела вплоть до 14 лет, у девочек и до 12 лет, с последующим снижением до средних и даже низких значений. Видимо, именно этот факт иллюстрирует резкое падение корреляций возраста менархе с длиной тела после 13 лет, зафиксированный в нашем исследовании. В дальнейшей работе авторы планируют на мате-

риалах серии продольных данных подтвердить значение ПСР как информативного показателя биологического возраста и проанализировать ассоциации возраста менархе с динамикой некоторых других соматических показателей. В частности, ширины таза: расширение таза есть первое звено в цепочке появления признаков полового развития у женщин. Рост таза в онтогенезе имеет по-видимому автономную регуляцию, только отчасти связанную с регуляцией скелетного роста в целом. Так, корреляции размеров таза девочек с другими скелетными размерами, в частности, длиной тела, имеют высокие значения вплоть до 7 лет, ослабляются на интервале 7-13, далее не выявляются совсем (Блуштейн, 1967, 1969). По нашим собственным данным можно говорить о некотором увеличении обсуждаемых корреляций на интервале 3-10 лет до уровня 0,7 – самого высокого на всем интервале наблюдений 3-17 лет – и уменьшении от 10 к 17 годам до «исходного» уровня 0,4. По материалам Т-факторного анализа на интервале 3-7 лет рост ширины таза происходит согласованно с ростом других скелетных размеров, на интервале 8-17 лет динамика роста ширины таза автономна и описывается отдельным фактором (Дерябин, Федотова, 2002; Дерябин с соавт., 2004).

Что касается флуктуирующего характера возрастной динамики ИМТ, представленной на рисунке 2, то этот факт хорошо согласуется с биологическим содержанием самого показателя: в разные периоды восходящего онтогенеза ИМТ имеет наибольшие корреляции с разными компонентами сомы – либо скелетным, либо мышечным, либо жировым, поэтому на протяжении онтогенеза ИМТ не является универсальным однозначным маркером специфики физического статуса и состава тела (Бескина с соавт., 2006). Равным образом и масса тела, видимо, не является безупречным триггером наступления возраста менархе. Эта дискуссия длится с 1970-х годов, когда Р. Фриш (Frisch, Revelle, 1970) предложила гипотезу критического порогового веса как причину наступления менархе, апеллируя к жировой ткани как главному энергоресурсу функции воспроизводства. Гипотезу, подвергавшуюся критике впоследствии, в связи, в частности, с выявлением ассоциированности возраста менархе с обезжиренной массой тела (Балахонова, 1991; Година, 2003), о чем коротко упомянуто также в ссылке на собственные работы авторов во Введении. Значение массы тела и жировотложения как факторов наступления возраста менархе отрицать нельзя, однако причина наступления менархе более комплексная и предполагает участие генетических, этнических/расовых, социально-экономических факторов, структуры питания и физической активности, состояния здоровья (Baker, 1985; Karapanou, Papadimitriou, 2010; Castilho et al., 2012; Juul et al., 2017; Yang et al., 2021; Oliveira et al., 2024).

Высокие корреляции возраста менархе с возрастом ПСР, выявленные в нашей работе, соответствуют тому факту, что оба показателя имеют единую генетическую регуляцию. Так, у 46 % девочек начало полового созревания приходится на тот же возраст, что и у их матерей (Решетникова с соавт., 2021), что предполагает существование специфического гена, ответственного за передачу этой информации по наследству (Dvornyk et al., 2012; Witchel, 2016; Tsinoroulou et al., 2025). Таким кандидатом может быть, в частности, ген LIN28B, что показано для нескольких популяционных исследований мира (Tsinoroulou et al., 2025), полиморфизм гена хорошо отражает расовую (этнокультурную) вариабельность возраста менархе. Этот же ген регулирует весь период постнатального роста тела в длину (Widén et al., 2010). Генетические

детерминанты пубертатного роста связаны в том числе и с репродуктивными показателями (Bradfield et al., 2023). Несколько отвлекаясь от непосредственной темы работы, упомянем, что, помимо длины тела и возраста менархе, таким же «семейным» (наследственным) фактором являются и размеры тела новорожденного (Головченко с соавт., 2021; Fetal growth..., 2021; Chen et al., 2024; Liu et al., 2024). Таннер указывает на семейную традицию в размерах тела при рождении. Масса тела здоровых новорожденных, нормированная по сроку гестации, полу, порядку родов, длине тела матери имеет стандартное отклонение около 470 г, в то время как среднее стандартное отклонение для братьев и сестер не более 300 г. Средняя семейная корреляция для массы тела sibсов высокая – 0,55 (Tanner et al., 1972).

Заключение

Выявленные в работе морфологические закономерности позволяют говорить, во-первых, о высокой информативности морфологического уровня изменчивости. Во-вторых, о том, что ПСР является уверенным триггером возраста менархе, а сам пик скорости роста является информативным самостоятельным маркером биологического возраста. Исследование взаимосвязей соматических показателей и возраста менархе предполагается продолжить, как уже упомянуто в разделе Обсуждение, с привлечением более широкого спектра соматических размеров, имеющих разное, в известной степени контрастное, биологическое содержание. Так, длина тела является по существу генетическим маркером, масса тела и жировотложение индикатором структуры питания и образа жизни в широком смысле, ширина таза – почти идеальным примером действия стабилизирующего отбора, как и размеры тела новорожденного, что подробно обсуждено в обзорах авторов (Федотова, Горбачева, 2016, 2020) и рассматривается в исследованиях В.А. Бацевича (Бацевич, 2022). Говоря о соматических триггерах возраста менархе, нельзя еще раз не упомянуть тот факт, что ПСР не является в буквальном смысле причиной наступления менархе, но и то, и другое событие являются следствием единой генетической регуляции процессов морфофункциональной дифференцировки организма. Однако ПСР, по итогам нашего исследования, четко предшествует наступлению менархе. Таким образом, речь идет не о причинно-

следственных связях, но более о четкой последовательности событий, что, собственно, иллюстрирует высокий уровень корреляции этих двух событий пубертата.

Список литературы

- Балахонова Е.И.* Изменчивость соматических параметров у девочек в группах разного биологического возраста в перипубертатный период: Автореф. дисс. канд. биол. наук, 1991, 20 с.
- Баранов А.Н.* Возрастные особенности физического и полового развития девочек в условиях Европейского Севера // Вестник Российской ассоциации акушеров-гинекологов, 1997. № 2. С. 49–51.
- Бацевич В.А.* Темпы возрастной изменчивости скелета в современных популяциях человека (антропологические аспекты): Автореф. дис. докт. биол. наук, 2022, 46 с.
- Бескина М.В., Дерябин В.Е., Негашева М.А.* О соматическом смысле индекса массы тела // Вестник антропологии, 2006. Т. 13. С. 113–120.
- Блуштейн Л.Я.* Возрастные особенности роста таза // Избранные вопросы акушерства и гинекологии. Новокузнецк, 1967. Т. 1. С.224–229.
- Блуштейн Л.Я.* Материалы к возрастной характеристике таза у лиц женского пола в сопоставлении с некоторыми показателями физического и полового развития: Автореф. ... дисс. докт. мед. наук, 1969, 21 с.
- Бунак В.В.* Факторы, определяющие физическую дееспособность и физическое развитие в период роста // Труды V Научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. Москва, 1962. С. 37–44.
- Властовский В.Г.* Акцелерация роста и развития детей. М.: Издательство Московского университета. 1976.
- Година Е.З. Ауксология // Антропология. Учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Владос, 2003. С. 113–172.
- Головченко О.В., Абрамова М.Ю., Пономаренко И.В., Чурносоев М.И.* Вес новорожденного ассоциирован с полиморфизмом rs5985 гена F13A1 материнского организма // Акушерство, гинекология и репродукция, 2021. Т. 15. № 3. С. 236–244.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К.* Стабильность структуры межиндивидуальных распределений размеров тела у детей в период роста. М.: ВИНТИ № 1686- В-2002. 2002.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Панасюк Т.В.* Роствые процессы, стабильность и перестройки распределений размеров тела у детей дошкольного возраста. М.: ВИНТИ № 1610- В-2004. 2004.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Ямпольская Ю.А.* Устойчивость морфологической структуры внутригрупповой изменчивости детей школьного возраста. М.: ВИНТИ № 50–В2006. 2006.
- Муратов Э.К.* Становление репродуктивной функции девушек при воздействии алюминиевого производства (ТадА3): Автореф. дисс. канд. мед. наук, 2000, 20с.
- Решетников Е.А., Пономаренко И.В., Чурносоев М.И.* Возраст менархе у женщин России ассоциирован с геном-кандидатом ESR2 // Акушерство, гинекология и репродукция, 2021. № 15 (2). С. 166–172.
- Сарбашева М.М.* Особенности становления репродуктивной системы у девочек балкарской национальности в возрасте 7 - 17 лет: Дисс. канд. мед. наук, 2006, 110 с.
- Соловьева М.И.* Особенности физического и полового развития девочек и девочек-подростков в условиях Якутии: Дисс. докт. мед. наук, 2005, 165 с.
- Теленкова Ж.Н.* Оценка репродуктивного здоровья девочек – представителей одного из коренных малочисленных народов Сибири и Крайнего Севера и пути профилактики его нарушения: Дисс. канд. мед. наук, 2005, 214 с.
- Тролукова А.Н.* Физическое развитие и половое созревание девочек-якуток: Автореф. дисс. канд. мед. наук, 2006, 16 с.
- Федотова Т.К., Горбачева А.К.* Соизменчивость размеров тела новорожденных и размеров таза рожениц в связи с фактором стабилизирующего отбора // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2016. № 4. С. 37–58.
- Федотова Т.К., Горбачева А.К.* Специфика изменчивости размеров женского таза: последствия акушерской дилеммы (обзор с элементами мета-анализа) // Известия Института антропологии МГУ, 2020. Том 8. С. 6–19.
- Федотова Т.К., Горбачева А.К.* Биомаркер «Пик скорости роста» как индикатор секулярной динамики физического статуса в межгрупповых исследованиях/сопоставлениях // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2024. № 1. С. 36–48. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-4>
- Федотова Т.К., Горбачева А.К., Пермьякова Е.Ю.* Городская экология сквозь призму эпидемии ожирения и темпов соматического роста // Экология человека, 2024. Т. 31. № 9. С. 666–677. <https://doi.org/10.17816/humeco636868>
- Федотова Т.К., Пермьякова Е.Ю., Горбачева А.К.* Информативность показателей биологического возраста в популяционном мониторинге (возраст менархе и пик скорости роста и их ассоциированность) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 3. С.40–50. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-3>
- Хрисанфова Е.Н.* Возрастная антропология // Антропология. Учебник. 2-е изд. М.: Издательство МГУ, 1999. С. 126–174.
- Ямпольская Ю.А.* Физическое развитие школьников – жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скрининг-оценки: Дисс. докт. биол. наук, 2000, 76 с.
- Aris I.M., Rifas-Shiman S.L., Zhang X., Yang S., Switkowski K. et al. Association of BMI with Linear Growth and Pubertal Development. *Obesity*, 2019, 27 (10), pp. 1661–1670. <https://doi.org/10.1002/oby.22592>
- Bajpai A., Bansal U., Rathoria R., Rathoria E., Singh V. et al. A Prospective Study of the Age at Menarche in North Indian Girls, Its Association With the Tanner Stage, and the Secular Trend. *Cureus.*, 2023, 15 (9), pp. 1–9. <https://doi.org/10.7759/cureus.45383>
- Baker E.R. Body weight and the initiation of puberty. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 1985, 28 (3), pp. 573–579. <https://doi.org/10.1097/00003081-198528030-00013>
- Bakshi P., Shetty S.B., Sharma A., Vasudha K.G., Pai K. et al. A study of association between early menarche and anxiety in undergraduate students. *F1000Res.*, 2024, 13, pp. 1–16. <https://doi.org/10.12688/f1000research.149757.2>
- Bondareva E.A., Popova E.V., Ketterova E.S., Kodaneva L.N., Otgon G. Physical activity attenuates the

- effect of the *fto* /*t*a polymorphism on obesity-related phenotypes in adult russian males. *Hum. Sport Med.*, 2019, 19 (3), pp. 119–124. <https://doi.org/10.14529/hsm190315>
- Bradfield J.P., Kember R.L., Ulrich A., Balkhiyarova Z., Alyass A. et al. Trans-ancestral genome-wide association study of longitudinal pubertal height growth and shared heritability with adult health outcomes. *Genome Biol.*, 2023, 25 (1), pp. 1–19. <https://doi.org/10.1186/s13059-023-03136-z>
- Calcaterra V., Magenes V.C., Hruby C., Siccardi F., Mari A. et al. Links between Childhood Obesity, High-Fat Diet, and Central Precocious Puberty. *Children*, 2023, 10 (2), pp. 1–20. <https://doi.org/10.3390/children10020241>
- Castilho S.D., Pinheiro C.D., Bento C.A., Barros-Filho Ade A., Cocetti M. Secular trends in age at menarche in relation to body mass index. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.*, 2012, 56 (3), pp. 195–200. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302012000300008>
- Chen Y., Dai X., Hu T., Jiang C., Pan Y. Clinical value of prenatal screening markers in early pregnancy combined with perinatal characteristics to predict fetal growth restriction. *Transl. Pediatr.*, 2024, 13 (7), pp. 1071–1085 <https://doi.org/10.21037/tp-24-58>
- Domaradzki J., Sławińska T., Kołodziej M., Ignasiak Z. Secular Changes in the Age of Menarche of Rural and Urban Girls from an Industrial Region of Poland in Relation to Family Structure. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19 (14), pp. 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148692>
- Dvornyk V., Waqar-ul-Haq. Genetics of age at menarche: a systematic review. *Hum. Reprod. Update*, 2012, 18 (2), pp. 198–210. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmr050>
- Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. To the problem of significance of the parameter «peak height velocity» in puberty as the biomarker of chronobiological status of the population in growth studies. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2023, 4, pp. 5–15. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.4.005-015>
- Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin, Number 227. *Obstet. Gynecol.*, 2021, 137 (2), pp. 385–387. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004251>
- Frisch R.E., Revelle R. Height and Weight at Menarche and a Hypothesis of Critical Body Weights and Adolescent Events. *Science*, 1970, 169 (3943), pp. 397–399. <https://doi.org/10.1126/science.169.3943.397>
- Garenne M.J. Age at menarche in Nigerian demographic surveys. *Biosoc. Sci.*, 2021, 53 (5), pp. 745–757. <https://doi.org/10.1017/S0021932020000504>
- Garn S.M. Physical growth and development. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1952, 10 (2), pp. 169–192.
- Glass D.J., Geerkens J.T., Martin M.A. Psychosocial and energetic factors on human female pubertal timing: a systematized review. *Evol. Hum. Sci.*, 2022, 4, pp. 1–30. <https://doi.org/10.1017/ehs.2022.24>
- Güran T., Helvacioğlu D., Gürpınar Tosun B., Yavaş Abalı Z., Alir F. et al. Decline in the Age of Menarche in Istanbul Schoolgirls Over the Last 12 Years. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.*, 2023, 15 (2), pp. 154–159. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2023.2022-11-16>
- Holmgren A., Niklasson A., Nierop A.F., Gelerander L., Aronson A.S. et al. Pubertal height gain is inversely related to peak BMI in childhood. *Pediatr. Res.*, 2017, 81 (3), pp. 448–454. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.253>
- Hoshi H., Kouchi M. Secular trend of the age at menarche of Japanese girls with special regard to the secular acceleration of the age at peak height velocity. *Hum. Biol.*, 1981, 53 (4), pp. 593–598.
- Juul F., Chang V.W., Brar P., Parekh N. Birth weight, early life weight gain and age at menarche: a systematic review of longitudinal studies. *Obes. Rev.*, 2017, 18 (11), pp. 1272–1288. <https://doi.org/10.1111/obr.12587>
- Karapanou O., Papadimitriou A. Determinants of menarche. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2010, 8, pp. 1–8.
- Karlberg J. Secular trends in pubertal development. *Horm Res.*, 2002, 57 (Suppl. 2), pp. 19–30. <https://doi.org/10.1159/000058096>
- Lin Y.C., Yen H.R., Wang C.H., Liao Y.C., Lin R.T. Trends in age at menarche from 1943 through 1989 in Taiwan: A retrospective population-based analysis. *Pediatr. Neonatol.*, 2024, 65 (1), pp. 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2023.07.001>
- Liu W., Yan X., Li C., Shu Q., Chen M. et al. A secular trend in age at menarche in Yunnan Province, China: a multiethnic population study of 1,275,000 women. *BMC Public Health*, 2021, 21 (1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11951-x>
- Liu Y., Un E.M., Bai Y., Chan M.K., Zeng L.X. et al. Safety and efficacy of phosphodiesterase-5 (PDE-5) inhibitors in fetal growth restriction: a systematic literature review and meta-analysis. *J. Pharm. Pharm. Sci.*, 2024, 27, pp. 1–17. <https://doi.org/10.3389/jpps.2024.13206>
- Marván M.L., Castillo-López R.L., Del-Callejo-Canal D.D., Canal-Martínez M.E., Núñez-de la Mora A. Secular trends in age at menarche in 20th century Mexico: Differences by ethnicity, area of residency, and socioeconomic status. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (6), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23404>
- Okagbue H.I., Samuel O.W., Nzeribe E.C., Nto S.E., Dahunsi O.E. et al. Assessment of the differences in Mean Age at Menarche (MAM) among adolescent girls in rural and urban Nigeria: a systematic review. *BMC Public Health*, 2024, 24, (1), pp. 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21054-y>
- Oliveira K.C.E., Neto J.C., Aragon D.C., Antonini S.R. Nutritional status and age at menarche in Amazonian students. *J. Pediatr. (Rio J.)*, 2024, 100 (4), pp. 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2024.03.002>
- Piras G.N., Bozzola M., Bianchin L., Bernasconi S., Bona G. et al. The levelling-off of the secular trend of age at menarche among Italian girls. *Heliyon*, 2020, 6 (6), pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04222>
- Pop R.M., Tenenboum A., Pop M. Secular Trends in Height, Body Mass and Mean Menarche Age in Romanian Children and Adolescents, 1936-2016. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, 18 (2), pp. 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020490>
- Queiroga A.C., Silva R.S., Santos A.C., Maia I., Barros H. Secular trend in age at menarche in women in Portugal born between 1920 and 1992: Results from three population-based studies. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (5), pp. 1–5. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23392>
- Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic and environmental factors in relative weight from birth to age 18: the Swedish young male twins study. *Int. J. Obes.*, 2007, 31 (4), pp. 615–621. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803577>
- Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic regulation of growth from birth to 18 years of age: the Swedish young male twins study. *Am. J. Hum. Biol.*, 2008, 20 (3), pp. 292–298. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20717>
- Tanner J.M. *Growth at adolescence*. 2nd ed. London, Blackwell Scientific Publications, 1962. 325 p.
- Tanner J.M., Davies P.S. Clinical Longitudinal Standards for Height and Height Velocity for North American Children. *Journal of Pediatrics*, 1985, 107, pp. 317–329 [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(85\)80501-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(85)80501-1)

Tanner J.M., Lejarraga H., Turner G. Within-family standards for birth weight. *The Lancet*, 1972, 300 (7770), pp. 193–197.

Tsinopoulou V.R., Bacopoulou F., Fidani S., Christoforidis A. Genetic determinants of age at menarche: does the LIN28B gene play a role? A narrative review. *Hormones*, 2025, 24 (1), pp. 167–177. <https://doi.org/10.1007/s42000-024-00594-3>

Ulubay M., Fidan U., Ozturk M. The decreasing age of menarche in Turkey: global warming, socioeconomic development, and environmental factors. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.*, 2023, 27 (14), pp. 6780–6784. https://doi.org/10.26355/eurrev_202307_33148

Widén E., Ripatti S., Cousminer D.L., Surakka I., Lapalainen T. et al. Distinct variants at LIN28B influence growth in height from birth to adulthood. *Am. J. Hum. Genet.*, 2010, 86 (5), pp. 773–782. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2010.03.010>

Witchel S.F. Genetics, Genome-Wide Association Studies, and Menarche. *Semin. Reprod. Med.*, 2016, 34 (4), pp. 205–214. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1585405>

Yang B., Ostbye T., Huang X., Li Y., Fang B. et al. Maternal Age at Menarche and Pubertal Timing in Boys and Girls: A Cohort Study From Chongqing, China. *J. Adolesc. Health*, 2021, 68 (3), pp. 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2020.06.036>

Yokoya M., Higuchi Y. Geographical Differences in the Population-Based Cross-Sectional Growth Curve and Age at Peak Height Velocity with respect to the Prevalence Rate of Overweight in Japanese Children. *Int. J. Pediatr.*, 2014, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/867890>

Zhang L., Zhang D., Sun Y. Adverse Childhood Experiences and Early Pubertal Timing Among Girls: A Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, 16, pp. 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162887>

Zhou B., Qu X., Li M., Wang X., Xu Q. et al. Correlation of bone age development with overweight and obesity in 23,305 children from Beijing. *Endocrine*, 2025, 87 (1), pp. 304–313. <https://doi.org/10.1007/s12020-024-03988-w>

References

Aris I.M., Rifas-Shiman S.L., Zhang X., Yang S., Switkowski K. et al. Association of BMI with Linear Growth and Pubertal Development. *Obesity*, 2019, 27 (10), pp. 1661–1670. <https://doi.org/10.1002/oby.22592>

Bajpai A., Bansal U., Rathoria R., Rathoria E., Singh V. et al. A Prospective Study of the Age at Menarche in North Indian Girls, Its Association With the Tanner Stage, and the Secular Trend. *Cureus*, 2023, 15 (9), pp. 1–9. <https://doi.org/10.7759/cureus.45383>

Baker E.R. Body weight and the initiation of puberty. *Clin. Obstet. Gynecol.*, 1985, 28 (3), pp. 573–579. <https://doi.org/10.1097/00003081-198528030-00013>

Bakshi P., Shetty S.B., Sharma A., Vasudha K.G., Pai K. et al. A study of association between early menarche and anxiety in undergraduate students. *F1000Res.*, 2024, 13, pp. 1–16. <https://doi.org/10.12688/f1000research.149757.2>

Balohonova E.I. Variability of somatic parameters of girls in groups with different biological age through peripubertal period. PhD in Biology Thesis. Moscow, 1992. 20 p. (In Russ.).

Baranov A.N. Age specificities of physical and sex development of girls in conditions of the European North. *Herald of Russian association of obstetricians and gynecologists*, 1997, 2, pp. 49–50. (In Russ.).

Batsevich V.A. The rates of age variability of skeleton in modern human populations (anthropoecological aspects). Doctor in Biology Thesis. Moscow, 2022. 46 p. (In Russ.).

Beskina M.V., Deryabin V.E., Negasheva M.A. On the somatic sense of body mass index. *Herald of anthropology*, 2006, 13, pp. 113–120. (In Russ.).

Blushteyn L.Ya. Age specificity of pelvis growth. In *Selected problems of obstetrics and gynecology*. Novokuznetsk, 1967, 1, pp. 224–229. (In Russ.).

Blushteyn L.Ya. Materials on age characteristics of female pelvis in comparison with some parameters of physical and sexual development. Doctor in Medicine Dissertation. Rostov-on-Don, 1969. 21 p. (In Russ.).

Bondareva E.A., Popova E.V., Ketterova E.S., Kodaneva L.N., Otgon G. Physical activity attenuates the effect of the fto t/a polymorphism on obesity-related phenotypes in adult russian males. *Hum. Sport Med.*, 2019, 19 (3), pp. 119–124. <https://doi.org/10.14529/hsm190315>

Bradfield J.P., Kember R.L., Ulrich A., Balkhiyarova Z., Alyass A. et al. Trans-ancestral genome-wide association study of longitudinal pubertal height growth and shared heritability with adult health outcomes. *Genome Biol.*, 2023, 25 (1), pp. 1–19. <https://doi.org/10.1186/s13059-023-03136-z>

Bunak V.V. Factors, determining physical ability and physical development in growth period. In *Proceedings of V Science Conference on age morphology, Physiology and Biochemistry*. Moscow, 1962, pp. 37–44. (In Russ.).

Calcaterra V., Magenes V.C., Hruby C., Siccario F., Mari A. et al. Links between Childhood Obesity, High-Fat Diet, and Central Precocious Puberty. *Children*, 2023, 10 (2), pp. 1–20. <https://doi.org/10.3390/children10020241>

Castilho S.D., Pinheiro C.D., Bento C.A., Barros-Filho Ade A., Cocetti M. Secular trends in age at menarche in relation to body mass index. *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.*, 2012, 56 (3), pp. 195–200. <https://doi.org/10.1590/s0004-27302012000300008>

Chen Y., Dai X., Hu T., Jiang C., Pan Y. Clinical value of prenatal screening markers in early pregnancy combined with perinatal characteristics to predict fetal growth restriction. *Transl. Pediatr.*, 2024, 13 (7), pp. 1071–1085. <https://doi.org/10.21037/tp-24-58>

Deryabin V.E., Fedotova T.K. *Stability of the structure of interindividual distributions of body dimensions of children through growth period*. Moscow, VINITI RAS Publ., 2002. 217 p. (In Russ.).

Deryabin V.E., Fedotova T.K., Panasyuk T.V. *Growth processes, stability and restructurings of distributions of body dimensions of schoolchildren*. Moscow, VINITI RAS Publ., 2004. 229 p. (In Russ.).

Deryabin V.E., Fedotova T.K., Yampolskaya Yu.A. *Stability of morphological structure of intraindividual variability of schoolchildren*. Moscow, VINITI RAS Publ., 2006. 303 p. (In Russ.).

Domaradzki J., Sławińska T., Kołodziej M., Ignasiak Z. Secular Changes in the Age of Menarche of Rural and Urban Girls from an Industrial Region of Poland in Relation to Family Structure. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, 19 (14), pp. 1–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148692>

Dvornyk V., Waqar-ul-Haq. Genetics of age at menarche: a systematic review. *Hum. Reprod. Update*, 2012, 18 (2), pp. 198–210. <https://doi.org/10.1093/humupd/dmr015>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Diversity of newborns body dimensions and female pelvic parameters in relation to stabilizing selection. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2016, 4, pp. 37–58. (In Russ.).

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Specificity of variability of female pelvis: the consequences of obstetric dilemma (review with elements of meta-analysis). *News of*

the Institute of Anthropology of MSU, 2020, 8, pp. 6–19. (In Russ.).

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. To the problem of significance of the parameter «peak height velocity» in puberty as the biomarker of chronobiological status of the population in growth studies. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2023, 4, pp. 5–15. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.4.005-015>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K. Biomarker «Peak height velocity» as the indicator of secular dynamics of physical status in intergroup studies/comparisons. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2024 (1), pp. 36–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-4>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K., Permyakova E.Yu. Urban ecology through the prism of the obesity epidemic and the tempo of somatic growth. *Human ecology*, 2024, 31 (9), pp. 666–677. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/humeco636868>

Fedotova T.K., Gorbacheva A.K., Permyakova E.Yu. Urgency of parameters of biological age in population monitoring of growth processes (age at menarche and peak height velocity and their correlations). *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija XXIII. Antropologija)*, 2025 (3), pp. 40–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-3>

Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin, Number 227. *Obstet. Gynecol.*, 2021, 137 (2), pp. 385–387. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004251>

Frisch R.E., Revelle R. Height and Weight at Menarche and a Hypothesis of Critical Body Weights and Adolescent Events. *Science*, 1970, 169 (3943), pp. 397–399. <https://doi.org/10.1126/science.169.3943.397>

Garenne M.J. Age at menarche in Nigerian demographic surveys. *Biosoc. Sci.*, 2021, 53 (5), pp. 745–757. <https://doi.org/10.1017/S0021932020000504>

Garn S.M. Physical growth and development. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1952, 10 (2), pp. 169–192.

Glass D.J., Geerkens J.T., Martin M.A. Psychosocial and energetic factors on human female pubertal timing: a systematized review. *Evol. Hum. Sci.*, 2022, 4, pp. 1–30. <https://doi.org/10.1017/ehs.2022.24>

Godina E.Z. Auxology. In *Anthropology. Textbook for students of universities*. Moscow, Vldos Publ., 2003, pp. 113–172.

Golovchenko O.V., Abramova M.Yu., Ponomarenko I.V., Churnosov M.I. Newborn weight is associated with the maternal F13A1 gene rs5985 polymorphism. *Obstetrics, gynecology and reproduction*, 2021, 15 (3), pp. 236–244. (In Russ.).

Güran T., Helvacioğlu D., Gürpınar Tosun B., Yavaş Abalı Z., Alır F. et al. Decline in the Age of Menarche in Istanbul Schoolgirls Over the Last 12 Years. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.*, 2023, 15 (2), pp. 154–159. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.galenos.2023.2022-11-16>

Holmgren A., Niklasson A., Nierop A.F., Glander L., Aronson A.S. et al. Pubertal height gain is inversely related to peak BMI in childhood. *Pediatr. Res.*, 2017, 81 (3), pp. 448–454. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.253>

Hoshi H., Kouchi M. Secular trend of the age at menarche of Japanese girls with special regard to the secular acceleration of the age at peak height velocity. *Hum. Biol.*, 1981, 53 (4), pp. 593–598.

Juul F., Chang V.W., Brar P., Parekh N. Birth weight, early life weight gain and age at menarche: a systematic review of longitudinal studies. *Obes. Rev.*, 2017, 18 (11), pp. 1272–1288. <https://doi.org/10.1111/obr.12587>

Karapanou O., Papadimitriou A. Determinants of menarche. *Reprod. Biol. Endocrinol.*, 2010, 8, pp. 1–8.

Karlberg J. Secular trends in pubertal development. *Horm. Res.*, 2002, 57 (Suppl. 2), pp. 19–30. <https://doi.org/10.1159/000058096>

Khrisanfova E.N. Age anthropology. In *Anthropology. Textbook. 2 ed.* Moscow, Moscow Univ. Publ., 1999, pp. 126–174. (In Russ.).

Lin Y.C., Yen H.R., Wang C.H., Liao Y.C., Lin R.T. Trends in age at menarche from 1943 through 1989 in Taiwan: A retrospective population-based analysis. *Pediatr. Neonatol.*, 2024, 65 (1), pp. 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2023.07.001>

Liu W., Yan X., Li C., Shu Q., Chen M. et al. A secular trend in age at menarche in Yunnan Province, China: a multiethnic population study of 1,275,000 women. *BMC Public Health*, 2021, 21 (1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11951-x>

Liu Y., Un E.M., Bai Y., Chan M.K., Zeng L.X. et al. Safety and efficacy of phosphodiesterase-5 (PDE-5) inhibitors in fetal growth restriction: a systematic literature review and meta-analysis. *J. Pharm. Pharm. Sci.*, 2024, 27, pp. 1–17. <https://doi.org/10.3389/jpps.2024.13206>

Marván M.L., Castillo-López R.L., Del-Callejo-Canal D.D., Canal-Martínez M.E., Núñez-de la Mora A. Secular trends in age at menarche in 20th century Mexico: Differences by ethnicity, area of residency, and socioeconomic status. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (6), pp. 1–11. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23404>

Muratov Ye.K. Formation of reproductive system of young women under the influence of aluminum production. PhD in Medicine Thesis. Dushanbe, 2000. 20 p. (In Russ.).

Okagbue H.I., Samuel O.W., Nzeribe E.C., Nto S.E., Dahunsi O.E. et al. Assessment of the differences in Mean Age at Menarche (MAM) among adolescent girls in rural and urban Nigeria: a systematic review. *BMC Public Health*, 2024, 24 (1), pp. 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21054-y>

Oliveira K.C.E., Neto J.C., Aragon D.C., Antonini S.R. Nutritional status and age at menarche in Amazonian students. *J. Pediatr. (Rio J.)*, 2024, 100 (4), pp. 406–412. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2024.03.002>

Piras G.N., Bozzola M., Bianchin L., Bernasconi S., Bona G. et al. The levelling-off of the secular trend of age at menarche among Italian girls. *Heliyon*, 2020, 6 (6), pp. 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04222>

Pop R.M., Tenenbaum A., Pop M. Secular Trends in Height, Body Mass and Mean Menarche Age in Romanian Children and Adolescents, 1936–2016. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2021, 18 (2), pp. 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020490>

Queiroga A.C., Silva R.S., Santos A.C., Maia I., Barros H. Secular trend in age at menarche in women in Portugal born between 1920 and 1992: Results from three population-based studies. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (5), pp. 1–5. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23392>

Reshetnikov E.A., Ponomarenko I.V., Churnosov M.I. Age at menarche in Russian women is associated with the ESR2 candidate gene. *Obstetrics, gynecology and reproduction*, 2021, 15 (2), pp. 166–172. (In Russ.).

Sarbasheva M.M. Features of formation of reproductive system of Balkarian girls aged 7–17 years. PhD in Medicine Dissertation. Moscow, 2006. 110 p. (In Russ.).

Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic and environmental factors in relative weight from birth to age 18: the Swedish young male twins study. *Int. J. Obes.*, 2007, 31 (4), pp. 615–621. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803577>

Silventoinen K., Pietiläinen K.H., Tynelius P., Sørensen T.I., Kaprio J. et al. Genetic regulation of growth from birth to 18 years of age: the Swedish young male twins study. *Am. J. Hum. Biol.*, 2008, 20 (3), pp. 292–298. <https://doi.org/10.1002/ajhb.20717>

Solovyeva M.I. Features of physical and sex development of girls and teenage girls in conditions of Yakutia. Doctor in Medicine Dissertation. Moscow, 2005. 165 p. (In Russ.).

Tanner J.M. *Growth at adolescence*. 2nd ed. London, Blackwell Scientific Publications, 1962. 325 p.

Tanner J.M., Davies P.S. Clinical Longitudinal Standards for Height and Height Velocity for North American Children. *Journal of Pediatrics*, 1985, 107, pp. 317–329. [https://doi.org/10.1016/S0022-3476\(85\)80501-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3476(85)80501-1)

Tanner J.M., Lejarraga H., Turner G. Within-family standards for birth weight. *The Lancet*, 1972, 300 (7770), pp. 193–197.

Telenkova Zh.N. Assessment of reproductive health of girls - representatives of small indigenous people of Siberia and the Far North and the ways of prevention of its disorders. PhD in Medicine Dissertation. Barnaul, 2005. 214 p. (In Russ.).

Trolukova A.N. Physical development and sex maturation of Yakut girls. PhD in Medicine Thesis. Moscow, 2006. 16 p. (In Russ.).

Tsinopoulou V.R., Bacopoulou F., Fidani S., Christoforidis A. Genetic determinants of age at menarche: does the LIN28B gene play a role? A narrative review. *Hormones*, 2025, 24 (1), pp. 167–177. <https://doi.org/10.1007/s42000-024-00594-3>

Ulubay M., Fidan U., Ozturk M. The decreasing age of menarche in Turkey: global warming, socioeconomic development, and environmental factors. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.*, 2023, 27 (14), pp. 6780–6784. https://doi.org/10.26355/eurrev_202307_33148

Vlastovskiy V.G. *Acceleration of growth and development of children*. Moscow, Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta Publ., 1976. 279 p. (In Russ.).

Widén E., Ripatti S., Cousminer D.L., Surakka I., Lapalainen T. et al. Distinct variants at LIN28B influence growth in height from birth to adulthood. *Am. J. Hum. Genet.*, 2010, 86 (5), pp. 773–782. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2010.03.010>

Witchel S.F. Genetics, Genome-Wide Association Studies, and Menarche. *Semin. Reprod. Med.*, 2016, 34 (4), pp. 205–214. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1585405>

Yampolskaya Yu. A. *Physical development of school-children – residents of large megalopolis through last decades: status, tendencies, prediction, screening assessment methodology*. Doctor in Biology Dissertation. Moscow, 2000. 76 p. (In Russ.).

Yang B., Ostbye T., Huang X., Li Y., Fang B. et al. Maternal Age at Menarche and Pubertal Timing in Boys

and Girls: A Cohort Study From Chongqing, China. *J. Adolesc. Health*, 2021, 68 (3), pp. 508–516. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2020.06.036>

Yokoya M., Higuchi Y. Geographical Differences in the Population-Based Cross-Sectional Growth Curve and Age at Peak Height Velocity with respect to the Prevalence Rate of Overweight in Japanese Children. *Int. J. Pediatr.*, 2014, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2014/867890>

Zhang L., Zhang D., Sun Y. Adverse Childhood Experiences and Early Pubertal Timing Among Girls: A Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, 16, pp. 1–13. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162887>

Zhou B., Qu X., Li M., Wang X., Xu Q. et al. Correlation of bone age development with overweight and obesity in 23,305 children from Beijing. *Endocrine*, 2025, 87 (1), pp. 304–313. <https://doi.org/10.1007/s12020-024-03988-w>

Информация об авторах/ Information about the authors

Федотова Татьяна Константиновна, д.б.н.,
НИИ и Музей антропологии, Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская
Федерация;
tatiana.fedotova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>

Горбачева Анна Константиновна, к.б.н. НИИ и Музей
антропологии, Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва,
Российская Федерация;
angoria@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>

Fedotova Tatiana K., D. Sc. Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation; tatiana.fedotova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7750-7924>

Gorbacheva Anna K., Ph.D. Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation;
angoria@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5201-7128>

Поступила в редакцию 05.05.2025.
Получена после доработки 30.05.2025.
Принята к публикации 30.05.2025.

Received 05.05.2025.
Revised 30.05.2025.
Accepted 30.05.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-4>

УДК/UDC 572.575; 572.9

Nutritional status of Four Distinct Particularly Vulnerable Tribal Groups Adult Females of Chhattisgarh, India using Mid-Upper Arm Circumference

Priyanka ¹, Aafreen Siddiqui ¹, Kunal Kashyap ^{1,2}, Subal Das ¹✉, Kaushik Bose ³

¹ Department of Anthropology and Tribal Development, Guru Ghasidas Vishwavidyalaya, Bilaspur, Chhattisgarh, India

² Indira Gandhi Rashtriya Manav Sangrahalaya, National Museum of Mankind (IGRMS), Bhopal, Madhya Pradesh, India

³ Department of Anthropology, Vidyasagar University, West Medinipur, West Bengal, India

✉ dsubalvu@gmail.com

ABSTRACT

Introduction. Malnourishment plays a substantial role in the world's mortality rates, especially among old and children. Even though malnutrition mortality among adult women dropped greatly between 1990 and 2021, maternal health is still a matter of concern. The purpose of this study is to evaluate the nutritional status among adults belonging to four Particularly Vulnerable Tribal Groups (PVTGs) of Chhattisgarh, India, through Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) as a major indicator.

Materials and Methods. The cross-sectional survey was carried out from 2020 to 2024 in 272 adult women belonging to the Abujhmadia, Baiga, Birhor, and Hill Korwa tribes. Prior to data collection, participant consent was received with the measurement of Mid-Upper Arm Circumference at the middle of the upper arm. Descriptive statistics and ANOVA tests were used for data analysis in comparing the mean Mid-Upper Arm Circumference in different age groups.

Results. The results indicated that the Abujhmadia cluster had the greatest prevalence of undernutrition at 82.7%, followed by Hill Korwa (77.3%), Baiga (75.5%), and Birhor (60%). Important age-specific patterns in the prevalence of undernutrition were observed, especially within the 18-27 age groups.

Discussion. Mid-upper arm circumference is a valid and affordable tool for determining nutritional status in low-resource environments. It brings to light the nutritional plight of Particularly Vulnerable Tribal Groups (PVTGs), necessitating the implementation of specific public health interventions to tackle these problems.

Conclusion. The findings of the study highlight the need for immediate nutritional intervention programs for PVTGs in Chhattisgarh. Identification of their special nutritional needs can considerably enhance health outcomes and mitigate malnutrition in these vulnerable groups.

Keywords: nutritional status; malnutrition; Abujhmadia, Baiga, Birhor, Hill Korwa; Mid-Upper Arm Circumference

Acknowledgments. The authors appreciate the time taken by the female participants for participating in this study. We also appreciate the administrative help from the community workers, panchayat staff of all four communities. Authors were also thankful to University administration for their continuous motivation and promotion of research.

For citation: Priyanka, Siddiqui A., Kashyap K., Das S., Bose K. Nutritional status of Four Distinct Particularly Vulnerable Tribal Groups Adult Females of Chhattisgarh, India using Mid-Upper Arm Circumference. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 51-61. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-4>

Оценка нутритивного статуса взрослых женщин четырех особо уязвимых племенных групп из Чхаттисгарха, Индия, по измерениям окружности плеча

Приянка¹, Аафрин Сиддики¹, Кунал Кашьяп^{1,2}, Субал Дас¹✉, Каушик Бозе³

¹ Факультет антропологии и развития племен, Университет Гуру Гасидас, Биласпур, Чхаттисгарх, Индия

² Индира Ганди, Раштрия Манав Санграхалайя, Национальный музей человечества (IGRMS), Бхопал, Индия

³ Кафедра антропологии Университета Видьясагар, Пасшим Мединипур, Западная Бенгалия, Индия

✉ dsubalvu@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Введение. Недостаточное питание существенно влияет на уровень смертности в мире, особенно среди пожилых людей и детей. Несмотря на то, что смертность от недоедания среди взрослых женщин значительно снизилась в период с 1990 по 2021 год, материнское здоровье по-прежнему вызывает озабоченность. Цель этого исследования – оценить нутритивный статус взрослых, принадлежащих к четырем особо уязвимым племенным группам в Чхаттисгархе, Индия, с помощью измерения окружности плеча в средней трети в качестве основного показателя.

Материалы и методы. В 2020 по 2024 годах проведено поперечное обследование 272 взрослых женщин, принадлежащих к племенам абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва. Перед сбором данных было получено согласие участников на измерение окружности плеча в средней трети. Для анализа данных при сравнении окружности плеча в разных возрастных группах использовались описательная статистика и ANOVA-тесты.

Результаты. Показано, что наибольшая распространенность недоедания наблюдается у обследованных женщин в племени абуджмадия (82,7%), за которым следуют пахари Корва (77,3%), байга (75,5%) и бирхор (60%). Были отмечены важные возрастные закономерности в распространенности недоедания, особенно в возрастных группах от 18 до 27 лет.

Обсуждение. Измерение окружности плеча в средней трети является эффективным и доступным инструментом для определения статуса питания в условиях нехватки ресурсов. Это позволяет выявить тяжелое положение с питанием в особо уязвимых племенных группах, требующих принятия конкретных мер в области общественного здравоохранения для решения этих проблем.

Заключение. Результаты исследования подчеркивают необходимость немедленного проведения программ по улучшению питания особо уязвимых племенных групп в Чхаттисгархе. Выявление их особых потребностей в питании может значительно улучшить состояние здоровья и смягчить последствия недоедания в этих уязвимых группах.

Ключевые слова: оценка питания; недоедание; абуджмадия; байга; бирхор; пахари Корва, окружность средней трети плеча

Благодарности. Авторы благодарны женщинам-участницам за время, уделенное участию в этом исследовании. Мы также признательны за административную помощь со стороны общественных работников, сотрудников панчаятов всех четырех общин. Авторы также выражают благодарность администрации Университета за постоянную поддержку и содействие в исследовании.

Для цитирования: Приянка, Сиддики А., Кашьяп К., Дас С., Бозе К. Оценка нутритивного статуса взрослых женщин четырех особо уязвимых племенных групп из Чхаттисгарха, Индия, по измерениям окружности плеча // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 51-61. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-4>

Introduction

Malnutrition plays a key role in increasing mortality, especially among the elderly and child mortality globally, including in India. More than 30 million individuals lose their lives every year to hunger. In 2022, about 390 million adults were classified as underweight, whereas 2.5 billion were overweight and 890 million were obese, based on the World Health Organization (WHO, 2024). Even though there has been a significant reduction in malnutrition-related death rates among adult women worldwide and in India between 1990 and 2019/2021, it is still a priority health issue, particularly maternal health. Malnutrition has the potential to lead to complications and risk of death during pregnancy and delivery. In India, malnutrition-related deaths decreased by 80%, from 2.4 million in 1990 to 0.5 million in 2021. Also, maternal deaths globally due to malnutrition declined by 42.35% between the same years, from 73,460 to 42,350 (Global Nutrition Report, 2022). Proper nutrition from an equilibrated diet is important for meeting the body's demands and maintaining basic physiological processes. Inadequate nutrition may contribute to over-nutrition in the form of too many calories or under-nutrition due to a deficiency in necessary nutrients (de Onis et al., 1993). Nutrition has a strong impact on the quality of life in children and adults (Kennedy, 2006). It is crucial for the population growth in general (Zala, 2018) and is also very important in life expectancy and successful aging (Kennedy, 2006). The World Bank has noted a worldwide shift in nutrition that has brought about rapid changes in food systems, ecosystems, and standards of living (Dutta et al., 2019). The coexistence of undernutrition with overweight and obesity is an overwhelming challenge for low- and middle-income countries (LMICs) (Dutta et al., 2019). While adults tend to be regarded as the economic support of society, their nutritional issues tend to be overlooked (Ghosh & Bharati, 2006). Worldwide, there are 390 million underweight and 2.5 billion overweight adults, including 890 million who are obese (NFHS-4, 2017). This condition has increased, with the rates of prevalence being 22.9% for men and 24% for women in NFHS-5 (IIPS, 2021). India is ranked 111th among 125 nations by the Global Hunger Index, which points towards a very serious issue with hunger and undernourishment (von Grebmer et al., 2023). Even though malnutrition is a serious but frequently neglected development prob-

lem in India, there have only been a few studies that have measured the nutritional status of adults, mostly children aged less than five (Bhan et al., 2016). Body Mass Index (BMI) is a widely applied measure of nutritional status in anthropology (WHO, 1995). BMI is determined by dividing the person's weight in kilograms by his/her height in meters squared (kg/m^2). While health professionals with training will have no problem taking height and weight, it can be extremely difficult within the community setting. Specialized equipment used in such measurements is costly, and it takes frequent training and standardization to obtain correct results (Himes, 2009). In addition, moving the equipment over challenging terrain poses serious logistical challenges, rendering it impossible to utilize BMI in identifying overweight and obese subjects in large-scale surveys (Himes, 2009). Other methods of body measurement, such as taking circumferences of the neck, waist, and limbs with a basic measuring tape, may be more convenient for low-resource environments (Saka et al., 2014; Casadei & Kiej, 2025). The body circumference measurements are also simple, easy to administer, and inexpensive, qualities well-suited to low-resource settings. They also do not involve intricate calculations and are simple to use in the field. Therefore, employing circumferences of the body will be more efficient for large population-based research and programs (Sultana et al., 2015; Das et al., 2020). Mid-upper arm circumference (MUAC) is a well-established measure that can be used as an alternative to Body Mass Index (BMI) in adults. It is simple to use, easy to understand, low-cost, and transportable, and therefore does not require trained health workers to administer it (Sultana et al., 2015; Van Tonder et al., 2019; Tang et al., 2020; Philpott et al., 2021). Current guidelines suggest applying MUAC for rapid screening of adults for undernutrition, which helps in deciding whether admission to feeding programs is needed (James et al., 1994; Collins, 1996; Ferro-Luzzi & James, 1996; Collins et al., 2000). Anthropometric measurements are well-established markers of nutritional and health status in children and adults (WHO, 1995). Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) is a useful measure for the assessment of the nutritional status of adults and is particularly advocated for the diagnosis of malnutrition in developing nations (James et al., 1994). The fact that MUAC is simple and requires minimal equipment makes it a good indicator of morbidity and mortality,

as accurate as weight deficits (Briend et al., 1989). Also, arm circumference can be substituted for Body Mass Index (BMI) measurements or used to complement them as a more discriminating marker of peripheral muscle and subcutaneous fat depletion (James et al., 1994). Significantly, the novelty of the MUAC study lies in the fact that there are no data on the prevalence of undernutrition, as indicated by MUAC, in India (Das & Bose, 2012). This research endeavors to assess the nutritional status of adult females based on MUAC among four Particularly Vulnerable Tribal Groups (PVTGs) of Chhattisgarh, India: Abujhmadia, Baiga, Birhor, and Pahadi Hill Korwas.

Materials and Methods

The current cross-sectional study explored the nutritional status according to Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) in adults from four Particularly Vulnerable Tribal Groups (PVTGs) communities, namely the Abujhmadia tribe of Narayanpur district, the Birhor and Baiga tribes of Bilaspur district, and the Pahadi Hill Korwa tribe of Jashpur district of Chhattisgarh, India. These districts were chosen because of the prevalence of their respective PVTGs. The research was carried out between 2020 and 2024, and participants gave written consent before it was undertaken. Data was collected among the Abujhmadia adults in the Orcha block of Narayanpur district. Data on the Birhor and Baiga tribes was collected in the Umariya Dadar gram panchayat of Bilaspur district, and data on the Pahadi Hill Korwa tribe was collected in the Bagicha block of Jashpur district, Chhattisgarh. The communities were selected as no earlier anthropometric surveys based on MUAC were found targeting the PVTG adult women in these regions. The age of participants was taken from birth certificates or Aadhar cards and cross-checked with family members. For tabulation and analysis purposes, age was divided into five categories, ranging from 10-year intervals. Altogether 272 adult PVTG women aged 18 years and above were taken in the study, which included 52 Abujhmadia, 53 Baiga, 70 Birhor, and 97 Hill Korwa, taking stratified random sampling. Because of their forest-dwelling and nomadic nature, it was difficult to collect a greater sample. The Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) of the participants was measured by (P.S., A.T., & S.D.) with a non-stretch measuring tape. The measurement was done around the left arm at the midpoint

between the elbow and the shoulder (between the olecranon and acromion), in such a way that the skin was not compressed. MUAC was measured to the nearest 0.1 cm (Lohman et al., 1988). The nutritional status was measured based on the cut-offs provided for adults: Undernourished: ≤ 24 cm and Normal: > 24 cm (Maalouf-Manasseh et al., 2020). Ethical clearance was sought from the departmental ethics committee, and the present study abided by the ethical standards given in the Declaration of Helsinki (Touitou et al., 2004). Informed consent was obtained from each consenting participant prior to the interview and measurements, following an explanation of the specifics of the study in a language that the participant would be able to comprehend.

Abujhmadia: The Abujhmadia tribe uses the Abujhmadia Gondi language. The population of the Abujhmadia, as per the 2011 Census, is 22,000 (Census of India, 2011a).

Baiga: The Baiga tribe uses Baigani and Chhattisgarhi languages of Hindi, and Baigani is a dialect of Chhattisgarhi. Baiga population in Chhattisgarh is 89,744 (Census of India, 2011a).

Birhor: The Birhor people use the Mundari language, which falls under the Austro-Asiatic family and is also known locally as Birhori, Parchi, or Parsi. There is a total of 1,744 Birhor in Chhattisgarh (Census of India, 2011a; Tripathi, 2017).

Hill Korwa: Hill Korwa is a tribe that belongs to the Austro-Asiatic sub-family of the Austric family. The mother language, or "Korwai," is spoken only by the Hill Korwa people. Hill Korwas in Chhattisgarh numbered 37,195 as of the 2011 Census (Census of India, 2011a).

Statistical Analysis Overview

Descriptive statistics were applied to obtain the mean and SD for different ethnic and age groups. A one-way ANOVA test was performed to assess differences in mean MUAC between the PVTGs. One-way ANOVA tests were also used to compare variations in mean MUAC among different age groups. In order to evaluate the importance of differences between groups in the prevalence of undernutrition, a Chi-square/Fisher's Exact (χ^2) test was conducted to see the relationship between nutritional status with PVTGs and community community-specific relationship of age-groups with nutritional status. IBM's Statistical Package for Social Sciences (SPSS 16.0) was utilized to analyse the data

Table 1. Age-group-wise distribution of studied female PVTG Abujhmadia, Baiga, Birhor and Hill Korwa) participants (N= 272)

Таблица 1. Распределение по возрастным группам обследованных женщин, принадлежащих к племенам абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва (N= 272)

Age Group (Years) Возрастные группы (лет)	Tribal Groups/Племенные группы				Age Group Wise Total (Years) Объединенная Группа (лет)
	Abujhmadia Абуджмадия (N)	Baiga Байга (N)	Birhor Бирхор (N)	Hill Korwa Пахари Корва (N)	
18-27	19	9	31	40	99
28-37	13	10	13	20	56
38-47	12	10	15	13	50
48-57	5	10	7	10	32
58-67	3	14	4	14	35
Total/Всего	52	53	70	97	272

with statistical significance at $p < .05$. Graphical illustrations were produced with Microsoft Office Excel.

Results

The age-group-wise distribution of the studied PVTGs presented in table 1. This cross-sectional study examines 272 PVTG females aged 18-67 years. The breakdown includes 52 Abujhmadia females, 53 Baiga females, 70 Birhor females, and 97 Hill Korwas. In the Abujhmadia community, the 18-27 age group has the highest population, totaling 19 individuals. Among the Baiga community, the 58-67 age group is more populous than the younger age groups. For the Birhor community, the 18-27 age group also has the highest number, with 31 individuals. Similarly, in the Hill Korwa community, the 18-27 age group represents the largest population of 40 females. As shown in the table, the Baiga community has the highest number of older individuals, while the other three communities predominantly consist of younger individuals. Data for each community was collected from specific villages in each district of Chhattisgarh state.

The age-specific trends in the mean and standard deviations of Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) for females aged 18-67 across four distinct ethnic groups: Abujhmadia, Baiga, Birhor, and Hill Korwa 2 shows in table 2. The highest mean MUAC is found in the Abujhmadia group,

measuring 23.6 cm for the 38-47 age range, while the lowest mean is 21.8 cm in the 18-27 age group. For the Baiga group, the highest mean is 23.8 cm in the 28-37 age range and the lowest is 22.1 cm in the 18-27 age group. In the Birhor group, the highest mean MUAC is 25.1 cm for those aged 48-57, with a lowest mean of 23.1 cm in the 18-27 age group. The Hill Korwa group shows a highest mean of 25.2 cm in the 38-47 age range and a lowest mean of 22.6 cm in both the 18-27 and 48-57 age groups. When comparing the mean MUAC across the four Programs for Vulnerable Tribal Groups (PVTGs), there were no significant differences in mean MUAC by age group overall. However, significant age group differences were identified among Abujhmadia females ($F = 3.844$; $p < 0.01$) and Hill Korwa females ($F = 7.230$; $p < 0.000$).

The combined mean Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) for female groups from four Particularly Vulnerable Tribal Groups (PVTGs) in Chhattisgarh: Abujhmadia, Baiga, Birhor, and Hill Korwa illustrated in table 3. The Birhor females exhibit the highest mean MUAC at 23.7 cm, followed by Hill Korwa females at 23.3 cm, Baiga females at 23.2 cm, and Abujhmadia females with the lowest mean of 22.7 cm. There is no significant ethnic difference in mean MUAC among the four PVTGs studied.

The age-specific prevalence (%) of under-nutrition among Abujhmadia, Baiga, Hill Korwa, and Birhor PVTG females in Chhattisgarh using MUAC

Table 2. Age-group specific trend in mean MUAC among PVTG (Abujhmadia, Baiga, Birhor and Hill Korwa) (18-67 years) females of Chhattisgarh

Таблица 2. Средние значения обхвата предплечья в возрастных группах (18-67 лет) обследованных женщин из особо уязвимых племенных групп (абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва) из Чхаттисгарха

Age Group (Years) Возрастные группы (лет)	Tribal Groups/Племенные группы								F	(Sig.)
	Abujhmadia Абуджмадия (N)		Baiga Байга (N)		Birhor Бирхор (N)		Hill Korwa Пахари Корва (N)			
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
18-27	21.8	1.4	22.1	2.6	23.1	3.3	22.6	1.3	1.585	0.198
28-37	23.4	1.3	23.8	1.5	23.4	1.6	23.6	1.6	0.170	0.916
38-47	23.6	1.7	22.9	1.4	24.3	4.2	25.2	2.7	1.414	0.251
48-57	22.2	1.9	23.7	2.9	25.1	3.0	22.6	1.5	1.998	0.137
58-67	23.3	1.5	23.4	1.3	23.8	3.4	23.8	1.4	0.151	0.928
Total/Всего	22.7	1.7	23.2	2.0	23.7	3.2	23.3	1.9		
F	3.844		1.167		0.705		7.230			
(Sig.)	0.009		0.337		0.591		0.000			

Notes. M= Mean; sd= Standard Deviation; F= ANOVA; Sig= Significance level.

Примечания. M= Средняя арифметическая; sd= Стандартное отклонение; F= ANOVA; Sig= уровень значимости.

Table 3. Age combined comparative mean MUAC among four PVTG (Abujhmadia, Baiga, Birhor, and Hill Korwa) Female Groups of Chhattisgarh

Таблица 3. Средние значения обхвата предплечья в возрастных группах (18-67 лет) в объединенной группе обследованных женщин из особо уязвимых племенных групп (абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва) из Чхаттисгарха

Tribal Groups Племенные группы	N	M	SD	Lower Bound Нижняя граница	Upper Bound Верхняя граница	F	(Sig.)
Abujhmadia Абуджмадия	52	22.7	1.7	22.3	23.2	1.775	0.152
Baiga Байга	53	23.2	2.0	22.7	23.8		
Birhor Бирхор	97	23.3	1.9	22.9	23.7		
Hill Korwa Пахари Корва	70	23.7	3.2	22.9	24.5		

Notes. M= Mean; sd= Standard Deviation; F= ANOVA; Sig= Significance level.

Примечания. M= Средняя арифметическая; sd= Стандартное отклонение; F= ANOVA; Sig= уровень значимости.

presented in table 4. In the Abujhmadia community, 34.6% of females aged 18-27 years were classified as undernourished. Similarly, in the Baiga community, 20.8% of females aged 58-67 years fall into the undernourished category. Among the Hill Korwa community, 38.1% of females aged 18-27 years

were undernourished, while in the Birhor community, 27.1% of females in the same age group were undernourished. The data also indicate that only the Hill Korwa community exhibits a highly significant mean difference in undernutrition prevalence. In contrast, the other three communities

Table 4. Age-specific Prevalence (%) of Undernutrition among Abujhmadia, Baiga, Hill Korwa, and Birhor PVTG Females of Chhattisgarh (Based on MUAC)

Таблица 4. Распространенность недостаточного питания (%) в возрастных группах обследованных женщин из особо уязвимых племенных групп (абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва) из Чхаттисгарха (по данным измерения обхвата предплечья)

Age Group (Years) Возрастные группы (лет)	Tribal Groups/Племенные группы								x ²	df	(Sig.)
	Abujhmadia Абуджмадия		Baiga Байга		Birhor Бирхор		Hill Korwa Пахари Корва				
	UN	N	UN	N	UN	N	UN	N			
18-27	34.6	1.9	13.2	3.8	38.1	3.1	27.1	17.1	14.080 ^a	3	0.003
28-37	21.2	3.8	13.2	5.7	15.5	5.2	14.3	4.3	0.741 ^a	3	0.863
38-47	15.4	7.7	15.1	3.8	6.2	7.2	12.9	8.6	2.897 ^a	3	0.408
48-57	7.7	1.9	13.2	5.7	8.2	2.1	2.9	7.1	5.719 ^a	3	0.126
58-67	3.8	1.9	20.8	5.7	9.3	5.2	2.9	2.9	1.414 ^a	3	0.702
x ²	4.676 ^a		0.533 ^a		13.915 ^a		4.620 ^a				
df	4		4		4		4				
(Sig.)	0.322		0.97		0.008		0.329				

(Abujhmadia, Baiga, and Birhor) do not show significant mean differences. The significant age-specific relationship in undernutrition prevalence, as measured by MUAC, has been observed for the age group 18-27 years ($X^2=14.080$; $df=3$; $Sig.=0.003$) and significant relationship of age-group and nutritional status has also been observed among Birhor females ($X^2=13.915$; $df=4$; $Sig=0.01$).

The overall prevalence of undernutrition among Abujhmadia, Baiga, Hill Korwa, and Birhor PVTG females in Chhattisgarh, combining all age groups presented in figure 1. The Abujhmadia group exhibited the highest prevalence at 82.7%, followed by Hill Korwa at 77.3%, Baiga at 75.5%, and Birhor at 60%. This data clearly indicates that all four studied PVTGs in Chhattisgarh are facing a critical situation regarding their nutritional status.

Discussion

Nutritional assessment is a critical component of public health, particularly among vulnerable populations such as the Particularly Vulnerable Tribal Groups (PVTGs) in India. Among various methods of nutritional assessment, the Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) has gained prominence due to its simplicity, cost-effectiveness, and reliability (Van Tonder et al., 2019; Pradhan et al., 2020). This method is especially relevant for assessing nutritional status in adult females within

these tribal groups, who often face unique nutritional challenges (Das et al., 2020). Numerous studies have utilized Mid-Upper Arm Circumference (MUAC) as a nutritional assessment tool across various population groups, including inpatients, the elderly, schoolchildren, pregnant and lactating women, as well as adolescent and adult females (Kok et al., 2004; Bose & Das, 2010; Sánchez-García et al., 2007; Rothman, 2008; Casadei & Kiel, 2020; Luma et al., 2017).

A few reports on nutritional status based on MUAC of females of different groups in Chhattisgarh, India and in some other states of India are presented in figure 2. Very High (Critical) rates of undernutrition are observed in all of the PVTGs of Chhattisgarh India like Abujhmadia (77.3%), Baiga (75.5%), Birhors (60%), and Hill Korwa (77.3%). Nutritional status of some studies in India (Banik, 2008; Bisai & Bose, 2009; Chakrabarty et al., 2009; UNICEF, 2016 (Unpublished); UNICEF, 2016 (Unpublished); SMART survey, 2017; Sethi et al., 2017; UNICEF, 2017 (Unpublished)) shows high prevalence of undernutrition among studied females using MUAC. Thus, the regular assessments can help identify trends within these populations, informing policy decisions and resource allocation. The data collected can also contribute to broader studies on health disparities faced by PVTGs, thereby enhancing understanding and action toward improving their nutritional status (Kumar & Singh, 2021).

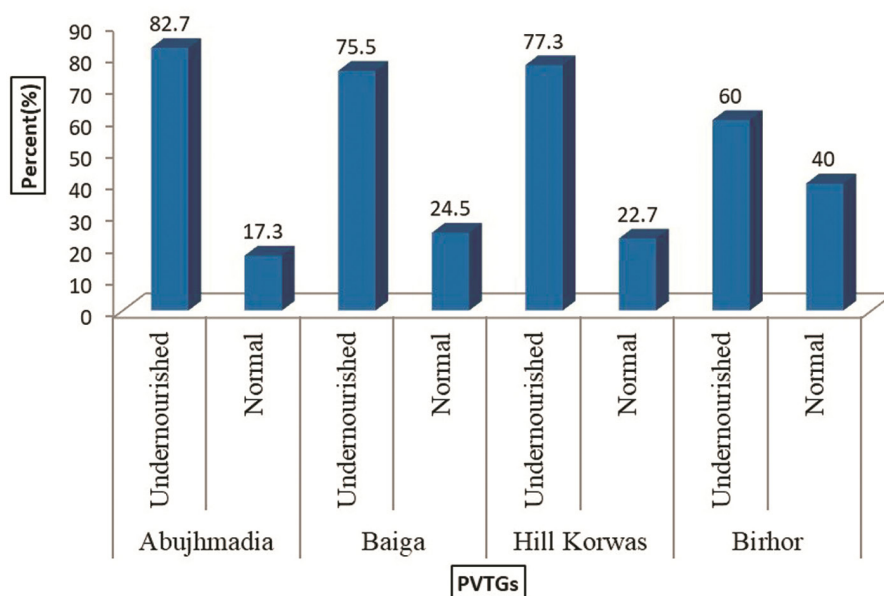


Figure 1. Overall (Age Combined) Prevalence (%) of Undernutrition among Abujhmadia, Baiga, Hill Korwa, and Birhor PVTG Females of Chhattisgarh

Рисунок 1. Распространенность недоедания (в %) в группах обследованных женщин из особо уязвимых племенных групп (абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва) из Чхаттисгарха без учета возраста

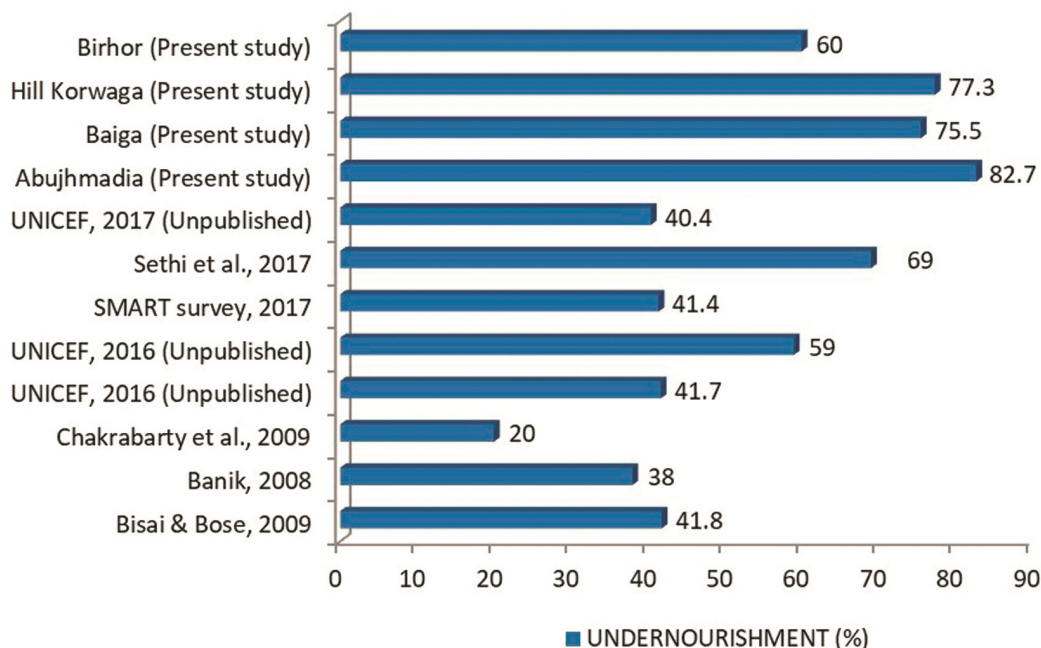


Figure 2. Comparative prevalence (%) of Undernutrition among present studies (Abujhmadia, Baiga, Hill Korwa, and Birhor) PVTG Females of Chhattisgarh with other studies.

Рисунок 2. Сравнительная оценка распространенности недоедания (в %) в обследованных группах женщин из особо уязвимых племен (абуджмадия, байга, бирхор и пахари Корва) из Чхаттисгарха с данными из других исследований

Conclusion

The overall rate of undernutrition across the four PVTGs studied together illustrates a situation of extreme nutritional status with the highest rate of 82.7% in the Abujhmadia community, followed by Hill Korwa at 77.3%, Baiga at 75.5%, and Birhor at 60%. This figure indicates an imperative nutritional crisis situation facing all researched PVTGs of Chhattisgarh. Finally, a systematic evaluation of nutrition status by MUAC in adult Indian women of PVTGs is an essential practice that responds to the specific challenges confronting these communities. Through its use, public health workers will be able to better comprehend and address the nutritional requirements of these high-risk groups to enhance health outcomes. Prompt nutritional intervention programs are required to counter the extremely critical situation of PVTGs, and this can be one of the prime causes of the dwindling demographic profile of PVTGs in Chhattisgarh, Bharat.

References

- Banik S.D. Nutritional status of adult men from the Oraon tribe in Ranchi district of Jharkhand, India. *Malaysian Journal of Nutrition*, 2008, 14, pp. 91–99.
- Bhan N., Rao K.D., Kachwaha S. Health inequalities research in India: a review of trends and themes in the literature since the 1990s. *International journal for equity in health*, 2016, 15 (1), p. 166. <https://doi.org/10.1186/s12939-016-0457-y>
- Bisai S., Bose K. Undernutrition in the Kora Mudi tribal population, West Bengal, India: A comparison of body mass index and mid-upper-arm circumference. *Food and Nutrition Bulletin*, 2009, 30, pp. 63-67. <https://doi.org/10.1177/156482650903000106>
- Bose K., Das S. Muac- based nutritional status of 2-5 years old Bauri caste preschool children of Purulia, West Bengal. *Journal of Indian Anthropological Society*, 2010, 45, pp. 301-306.
- Briend A., Garenne M., Maire B., Fontaine O., Dieng K. Nutritional status, age and survival: the muscle mass hypothesis. *European journal of clinical nutrition*, 1989, 43 (10), pp. 715-726.
- Casadei K, Kiel J. Anthropometric Measurement. (Updated 2022 Sep 26). In: StatPearls (Internet). Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing, 2025; Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537315/> Accessed 20.07.2025.
- Census of India. Data of Bilaspur Teshil, 2011a. Available at <https://www.censusindia.co.in/subdistrict/kota-tehsil-bilaspur-chhattisgarh-329>
- Census of India. Office of the Directorate of Census Operation, Government of India. Odisha. Available at: India - Census of India 2011b - Administrative Atlas - Odisha - Volume II <https://odisha.census.gov.in/Census.html>. Accessed 20.07.2025.
- Chakraborty R., Bose K., Bisai S. Mid-upper arm circumference as a measure of nutritional status among adult Bengalee male slum dwellers of Kolkata, India: Relationship with self-reported morbidity. *Anthropologischer Anzeiger*, 2009, 67, pp. 129–37. <https://doi.org/10.1127/0003-5548/2009/0017>
- Collins S. Using middle upper arm circumference to assess severe adult malnutrition during famine. *JAMA*, 1996, 276 (5), pp. 391-395. <https://doi.org/1996.03540050051023>
- Collins S., Duffield A., Myatt M. Assessment of nutritional status of adults in emergency-affected populations, RNIS Supplement ACCN (August), 2000, Available at: www.unscn.org/layout/modules/resources/files/AdultsSup.pdf. Accessed 20.07.2025.
- Das A., Saimala G., Reddy N., Mishra P., Giri R., et al. Mid-upper arm circumference as a substitute of the body mass index for assessment of nutritional status among adult and adolescent females: learning from an impoverished Indian state. *Public Health*, 2020, 179, pp. 68-75. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2019.09.010>
- Das S., Bose K. Nutritional assessment by mid-upper arm circumference of santal adults of Purulia, West Bengal, India. *Collegium Antropologicum*, 2012, 36 (2), pp. 581-584.
- de Onis M., Monteiro C., Akre J., Glugston G. The worldwide magnitude of protein-energy malnutrition: an overview from the WHO Global Database on Child Growth. *Bulletin of the World Health Organization*, 1993, 71 (6), pp. 703-712.
- Dutta M., Selvamani Y., Singh P., Prashad L. The double burden of malnutrition among adults in India: evidence from the National Family Health Survey-4 (2015-16). *Epidemiology and health*, 2019, 41, e2019050. <https://doi.org/10.4178/epih.e2019050>
- Ferro-Luzzi A., Jame W.P. Adult malnutrition: simple assessment techniques for use in emergencies. *The British Journal of Nutrition*, 1996, 75 (1), pp. 3-10. <https://doi.org/10.1079/bjn19960105>
- Ghosh R., Bharati P. Nutritional status of adults among Munda and Pod populations in a peri urban area of Kolkata City, India. *Asia-Pacific Journal of Public Health*, 2006, 18 (2), pp. 12-20. <https://doi.org/10.1177/10105395060180020301>
- Global Nutrition Report. The burden of malnutrition at a glance. 2022. Available at: <https://globalnutritionreport.org/resources/nutrition-profiles/asia/southern-asia/india/> Accessed 20.07.2025.
- Himes JH. Challenges of accurately measuring and using BMI and other indicators of obesity in children. *Pediatrics*, 2009, 124, 1, pp. 3-22. <https://doi.org/10.1542/peds.2008-3586d>
- International Institute for Population Sciences (IIPS) and ICF. National Family Health Survey (NFHS-5), 2021, India, 2019-21: Uttar Pradesh. Mumbai: IIPS.
- James W.P.T., Mascie-Taylor C.G.N., Norgan N.G., Bristrian B.R., Shetty P. et al. The value of arm circumference measurements in assessing chronic energy deficiency in Third World adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1994, 48, pp. 883-894.
- Kennedy E.T. Evidence for nutritional benefits in prolonging wellness. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2006, 83 (2), pp. 410-414. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.2.410S>
- Kok P., Seidell J., Meinders AE. The value and limitations of the body mass index (BMI) in the assessment of the health risks of overweight and obesity. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 2004, 148: 2379-2382.

Kumar S., Singh R. Nutritional status and dietary practices among tribal populations: A review. *Journal of Tribal Health*, 2021, 18 (2), pp. 45-52.

Lohman T.G., Roche A.F., Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Human Kinetics Books, 1988.

Luma HN., Eloumou S., Mboligong FN., Temfack E., Donfack OT., et al. Malnutrition in patients admitted to the medical wards of the Douala General Hospital: a cross-sectional study. *BMC Research Notes*, 2017, 10, p. 238. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2592-y>

Maalouf-Manasseh Z., Remancus S., Milner E., Fenlason L., Quick T., et al. Global mid-upper arm circumference cut-offs for adults: a call to action. *Public Health Nutrition*, 2020, 23 (17), pp. 3114-3115. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000385>

National Family Health Survey (NFHS-4) 2015-16. International Institute for Population Sciences (IIPS) and ICF. 2017. National Family Health Survey (NFHS-4), 2015-16: India. Mumbai: IIPS, 2017, Accessed 05.07.2025.

Philpott D.C., Belchior-Bellino V., Ververs M. Use of mid-upper arm circumference to screen for thinness among sub-Saharan African male detainees. *Public Health Nutrition*, 2021, 24 (15), pp. 4777-4785. <https://doi.org/10.1017/S1368980021002913>

Pradhan D., Singh H., Joshi S. The efficacy of Mid-Upper Arm Circumference in assessing malnutrition in rural communities. *Indian Journal of Community Health*, 2020, 32 (3), pp. 500-506.

Rothman KJ. BMI-related errors in the measurement of obesity. *International Journal of Obesity*, 2008, 32 (3), pp. 56-59.

Saka M., Türker P., Ercan A., Kiziltan G., Baş M. Is neck circumference measurement an indicator for abdominal obesity? A pilot study on Turkish Adults. *African health sciences*, 2014, 14 (3), pp. 570-575. <https://doi.org/10.4314/ahs.v14i3.11>

Sánchez-García S., García-Peña C., Duque-López MX., Juárez-Cedillo T., Cortés-Núñez AR., et al. Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC Public Health*, 2007, 7, p. 2. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-7-2>

Sethi V., Parhi R.N., Dar S., Agrawal S. Feasibility and diagnostic accuracy of using armband mid-upper arm circumference as a simple screening tool for maternal wasting in rural India. *Rural Remote Health*, 2017, 17, pp. 4221. <https://doi.org/10.22605/RRH4221>

Standardized Monitoring and Assessment of Relief and Transitions (SMART) Measuring Mortality, Nutritional Status, and Food Security in Crisis Situations: SMART Methodology. Available at: http://www.conflict.ishtm.ac.uk/media/SMART_Manual_v1_FINAL.pdf. Accessed 20.07.2025.

Sultana T., Karim M.N., Ahmed T., Hossain M.I. Assessment of Under Nutrition of Bangladeshi Adults Using Anthropometry: Can Body Mass Index Be Replaced by Mid-Upper-Arm-Circumference?. *PLoS One*, 2015, 10 (4), e0121456. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121456>

Tang A. M., Chung M., Dong K. R., Bahwere P., Bose K., et al. Determining a global mid-upper arm circumference cut-off to assess underweight in adults (men and non-pregnant women). *Public health nutrition*, 2020, 23 (17), pp. 3104–3113. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000397>

Touitou Y., Portaluppi F., Smolensky M. H., Rensing L. Ethical principles and standards for the conduct of hu-

man and animal biological rhythm research. *Chronobiology International*, 2004, 21 (1), pp. 161–170. <https://doi.org/10.1081/cbi-120030045>

Tripathi S. Birhor and their culture: an ethnographic account of Particularly Vulnerable Tribal Group of Chhattisgarh. *Jal Jangal Jameen*, 2017, pp. 127-150.

United Nations Children's Fund (UNICEF) Nourishing Wombs: Delivering an Integrated Package of Maternal Nutrition Interventions in Andhra Pradesh and Telangana (India) Nutrition Reports, Issue 10, UNICEF, New Delhi, India. 2017. Accessed 20.07.2025.

United Nations Children's Fund (UNICEF). Available from: [https://www.supply.unicef.org/unicef_b2c/app/displayApp/cpgsize=5 and layout=7.0.12_1_66_68_115_2&uiarea=2&care=50D129C26B9F08F2E1000009E710FC1&cpgnum=3\)/.do?rf=y](https://www.supply.unicef.org/unicef_b2c/app/displayApp/cpgsize=5 and layout=7.0.12_1_66_68_115_2&uiarea=2&care=50D129C26B9F08F2E1000009E710FC1&cpgnum=3)/.do?rf=y). Accessed 20.07.2025.

Van Tonder E., Mace L., Steenkamp L., Tydeman-Edwards R., Gerber K., et al. Mid-upper arm circumference (MUAC) as a feasible tool in detecting adult malnutrition. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 2019, 32 (4), pp. 93-98. <https://doi.org/10.1080/16070658.2018.1484622>.

von Grebmer K., Bernstein W.J., Geza M., Ndlovu M., Wiemers L., et al. Global Hunger Index: The Power of Youth in Shaping Food Systems. Bonn: Welthungerhilfe (WHH), 2023.

WHO. Fact sheets (Malnutrition) 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition#:~:text=In%202022%2C%20approximately%20390%20million%20adults%20aged,160%20million%20who%20were%20living%20with%20obesity.> Accessed 20.07.2025.

WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organization technical report series*, 1995, 854, pp. 1-452.

Zala S. Dual burden of nutrition among adult women in state of Uttar Pradesh: findings from NFHS-4. *Indian Journal of Economics and Development*, 2018, 16 (7), pp. 1-8.

Zeina M.M., Remancus S., Milner E., Fenlason L., Quick T., et al. Commentary Global mid-upper arm circumference cut-offs for adults: a call to action. *Public Health Nutrition*, 2020, 23 (17), pp. 3114-3115. <https://doi.org/10.1017/S1368980020000385>

Информация об авторах/ Information about the authors

Priyanka, ICSSR Doctoral Fellow, Department of Anthropology and Tribal Development, Guru Ghasidas University, Bilaspur, Chhattisgarh, 495009, India priyankaazad008@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-0574-7157>

Aafreen Siddiqui: Research Scholar, Department of Anthropology and Tribal Development, Guru Ghasidas University, Bilaspur, Chhattisgarh, 495009, India afreensiddiqui1998@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4146-4242>

Kunal Kashyap, Research Scholar, Department of Anthropology and Tribal Development, Guru Ghasidas University, Bilaspur, Chhattisgarh, 495009, India & Museum Assistant, Indira Gandhi Rashtriya Manav Sangrahalaya, National Museum of Mankind (IGRMS), Bhopal, M.P., 462013, India
ggvkunal@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1508-9496>

Subal Das, Associate Professor, Department of Anthropology and Tribal Development, Guru Ghasidas University, Bilaspur, Chhattisgarh, 495009, India
dsubalvu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6522-9971>

Kaushik Bose, Professor, Department of Anthropology, Vidyasagar University, Paschim Medinipur, West Bengal, 721102, India
kaushikbose@cantab.net
<https://orcid.org/0000-0003-2283-4682>

Приянка, докторант ICSSR, факультет антропологии и развития племен, Университет Гуру Гасидас, Биласпур, Чхаттисгарх, 495009, Индия
priyankaazad008@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0574-7157>

Аафрин Сиддики: научный сотрудник, факультет антропологии и развития племен, Университет Гуру Гасидаса, Биласпур, Чхаттисгарх, 495009, Индия
afreensiddiqui1998@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4146-4242>

Кунал Кашьяп, научный сотрудник, факультет антропологии и развития племен, Университет Гуру

Гасидас, Биласпур, Чхаттисгарх, 495009, Индия. Ассистент музея, Индира Ганди, Раштрия Манав Санграхалайя, Национальный музей человечества (IGRMS), Бхопал, М.П., 462013, Индия
ggvkunal@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1508-9496>

Субал Дас, доцент, кафедра антропологии и развития племен, Университет Гуру Гасидас, Биласпур, Чхаттисгарх, 495009, Индия
dsubalvu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6522-9971>

Каушик Бозе, профессор кафедры антропологии Университета Видьясагар, Пасшим Мединипур, Западная Бенгалия, 721102, Индия
kaushikbose@cantab.net
<https://orcid.org/0000-0003-2283-4682>

Поступила в редакцию 22.09.2025.
Получена после доработки 05.11.2025.
Принята к публикации 05.11.2025.

Received 22.09.2025.
Revised 05.11.2025.
Accepted 05.11.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-5>

УДК/UDC 572.575; 572.9

Полиморфизм гена *FTO* rs9939609 в популяциях коренного населения Севера Западной Сибири

А.А. Васильева¹ ✉ А.И. Козлов^{1,2}, Г.Г. Вершубская¹, М.Б. Лавряшина³

¹ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

² Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова, Москва, Российская Федерация

³ Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово, Российская Федерация

✉ vasileva@mail.bio.msu.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Пополнение и уточнение геногеографической картины гена *FTO* (rs9939609) является актуальной задачей, поскольку носительство аллеля *A*FTO* ассоциировано с повышенным риском развития ожирения, сахарного диабета 2 типа, ишемической болезни сердца. Важно также накопление данных о частотах аллелей *FTO* в группах населения с различными вариантами традиционного природопользования и питания.

Цель исследования: дать характеристику распределения частот аллеля *A*FTO* (rs9939609) в популяциях коренного населения Севера Западной Сибири.

Материалы и методы. В общую выборку (N=171) вошли северные ханты (n=90), сосьвинские манси (n=31), ямальские ненцы (n=50). Проведено генотипирование выделенной из образцов крови геномной ДНК по полиморфному локусу гена *FTO* rs9939609.

Результаты демонстрируют близость западносибирских выборок по частотам аллелей и генотипов. Средняя частота носительства аллеля **A* в популяциях Севера Западной Сибири составляет 0,377. Значимых различий между этническими выборками (ханты, манси, ненцы) по частотам аллеля **A* и генотипа *AA*FTO* не выявлено (p>0,05).

Обсуждение. Для обследованных групп характерно невысокое носительство «рисковых» вариантов полиморфизма *FTO* rs9939609. Выборки хантов, манси и ямальских ненцев не различаются по частотам аллеля *A** и генотипа *AA*FTO* и близки к описанным в группах тазовских ненцев (Батурин с соавт., 2017), калмыков и монголов, хотя значимо (p<0,05) ниже, чем у алтайцев и русских (Бондарева с соавт., 2018).

Заключение. Поскольку распределение аллеля *A*FTO* в наших выборках отвечает равновесию Харди-Вайнберга, а ранговые корреляции Спирмена между популяционными частотами генотипов *FTO* с географической широтой и климатическими характеристиками области проживания 16 популяций Евразии не достигают принятого уровня значимости (p>0,2), можно предположить, что в современных популяциях полиморфизм *FTO* rs9939609 не вовлечён в процессы адаптации к условиям высокоширотных регионов.

Решение вопроса о специфике распределения аллелей и генотипов *FTO* rs9939609 в популяциях, представляющих различные расовые группы и адаптивные типы, требует расширения географического охвата и привлечения более обширного материала.

Ключевые слова: генетическая изменчивость; популяции человека; регуляция метаболизма; ханты; манси; ненцы

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова (для А.А. Васильевой, А.И. Козлова, Г.Г. Вершубской) и государственного задания для ФГБНУ «МГНЦ».

Для цитирования: Васильева А.А., Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Лавряшина М.Б. Полиморфизм гена *FTO* rs9939609 в популяциях коренного населения Севера Западной Сибири // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 62–70. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-5>

***FTO* gene polymorphism (rs9939609) in the indigenous populations of the North of Western Siberia**

Aleksandra A. Vasileva¹ ✉, Andrey I. Kozlov^{1,2}, Galina G. Vershubskaya¹, Maria B. Lavryashina³

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

² Bochkov Research Centre for Medical Genetics, Moscow, Russian Federation

³ Kemerovo State Medical University, Kemerovo, Russian Federation

✉ vasileva@mail.bio.msu.ru

ABSTRACT

Introduction. Expanding and refining the gene-geographic pattern of *FTO* (rs9939609) is a urgent task, as *A*FTO* allele is associated with an increased risk of obesity, type 2 diabetes and coronary heart disease. Accumulating data on *FTO* allele frequencies in population groups with different traditional nature management and dietary patterns is also important.

Study objective: to characterize the frequency distribution of *A*FTO* (rs9939609) allele in indigenous populations of northern Western Siberia.

Materials and methods. The total sample (N=171) included Northern Khanty (N=90), Sosva Mansi (N=31), and Yamal Nenets (N=50). Genotyping of genomic DNA isolated from blood samples was performed for *FTO* rs9939609.

The results demonstrate similar allele and genotype frequencies across the West Siberian samples. The average frequency of **A* allele in northern Western Siberian populations is 0.377. The frequencies of **A* allele and *AA*FTO* genotype were not significantly different between individuals from different ethnic samples (Khanty, Mansi, and Nenets), $p>0.05$.

Discussion. The studied groups are characterized by a low carriage rate of risk variants of the *FTO* rs9939609 polymorphism. Khanty, Mansi, and Yamal Nenets samples do not differ in the frequencies of *A** allele and *AA*FTO* genotype and are close to those described in the Taz Nenets (Baturin et al., 2017), Kalmyks, and Mongols, although they are significantly ($p<0.05$) lower than in the Altaians and Russians (Bondareva et al., 2018).

Conclusion. The distribution of *A*FTO* allele in our samples corresponds to the Hardy-Weinberg equilibrium, while the Spearman's rank correlations between the population frequencies of *FTO* genotypes with the geographic latitude and climatic characteristics of the 16 Eurasian regions do not reach the significance level ($p>0.2$). It can be assumed that *FTO* rs9939609 is not involved in the high-latitude adaptation in modern populations.

The specific distribution of alleles and genotypes of *FTO* rs9939609 in populations of different racial groups and adaptive types requires expanding the geographic coverage and involving extensive material.

Keywords: genetic variability; human populations; metabolic regulation; Khanty; Mansi; Nenets

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University (Vasileva A.A., Kozlov A.I., Vershubskaya G.G.) and the State assignment of Research Center for Medical Genetics.

For citation: Vasileva A.A., Kozlov A.I., Vershubskaya G.G., Lavryashina M.B. *FTO* gene polymorphism (rs9939609) in the indigenous populations of the North of Western Siberia. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 62-70. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-5>

Введение

Локализованный на хромосоме 16q12.2 ген *FTO* кодирует белок *FTO* (fat mass and obesity associated), влияющий на интенсивность метаболизма у позвоночных животных. Ген был обнаружен в 1999 году (Peters et al., 1999). Исследования на лабораторных животных показали, что экспрессия *FTO* происходит в основном в клетках гипоталамуса и регулируется процессами, ответственными за чувства насыщения и голода (Fischer et al., 2009; Church et al., 2010).

К настоящему времени выявлено около 60 различающихся по фенотипическим проявлениям полиморфных вариантов гена *FTO* (Kucher, 2020). Медико-генетические данные подтвердили ассоциацию носительства ряда аллелей *FTO* с патологическими состояниями и заболеваниями человека. Мы рассмотрим только *FTO* rs9939609, для аллеля *A** которого выявлена ассоциация с повышенным риском развития ожирения, сахарного диабета 2 типа и ишемической болезни сердца (Frayling et al., 2007; Hinney et al., 2007).

Согласно результатам мета-анализов, пространственное распределение аллельных вариантов *FTO* связано с историей популяций. Носительство отдельных аллелей приурочено к близким по происхождению этническим группам, причём ассоциированные с данным полиморфизмом метаболические нарушения проявляются в антропологически родственных группах, но не в других крупных популяционных общностях (Tan et al., 2014; Hardy et al., 2020).

Средняя частота носительства *A*FTO* rs9939609 в популяциях европейского происхождения оценивается в $q=0,41$ со снижением в группах Восточной Азии до $q=0,17$ (Kucher, 2020). При этом, судя по немногочисленным имеющимся данным, на пространстве Северной Евразии (территории Российской Федерации и сопредельных государств) частоты аллеля не проявляют стройной клинальной изменчивости, даже с поправкой на историю миграций. В частности, если носительство *A*FTO* в выборке этнических русских действительно оказывается высоким ($q=0,584$) и низким в монголоидных группах (у монголов, калмыков и ненцев соответственно $q=0,304$, $0,367$ и $0,299$) (Бондарева с соавт., 2018; Батурин с соавт., 2017), то в выборке также представляющих монголоидную большую расу алтайцев доля носителей аллеля *A** очень высока: $q=0,664$ (Бондарева с соавт., 2018).

Учитывая, что распределение частот аллеля *A*FTO* (rs9939609) в евразийских популяциях изучено недостаточно, пополнение и уточнение геногеографической картины гена *FTO* следует считать актуальной задачей.

Не менее важно накопление данных о частотах аллелей *FTO* (rs9939609) в группах населения с различными вариантами традиционного природопользования и питания.

Удачным объектом исследования в этом плане представляются популяции коренного населения Севера Западной Сибири – ненцев, хантов и манси.

Относящиеся к самодийской ветви уральской языковой семьи ненцы – коренное население высокоширотных регионов, адаптированное к обитанию в арктической зоне. Со второй половины I тысячелетия н.э., когда ненцы сложились как этническая группа, они освоили огромные пространства Западной Сибири и Европейской Арктики (Хомич, 1976). Подавляющее большинство современных ненцев (более 42 тыс. из общего числа 49 646, зарегистрированных переписью 2021 г.) относится к группе тундровых ненцев, живущих и кочующих на пространствах от устья Енисея до Белого моря. Несмотря на локальные культурные и языковые различия субэтнических общностей тундровых ненцев, основой традиционного питания всех этих групп является продукция оленеводства и рыболовства с умеренным вкладом охотничьей добычи (Козлов с соавт., 2022; Krupnik, 1993).

Представители угорской ветви уральских языков ханты и манси (обские угры) – обитатели таёжной и таёжно-тундровой зон Западной Сибири. По мнению ряда исследователей, их генофонд, несмотря на позднейший приток генов из азиатских и европейских популяций, сохранил следы верхнепалеолитического населения Евразии (Pimenoff et al., 2008; Derenko et al., 2014). Для хантов и манси, как и для ненцев, характерны высокая адаптированность к низким среднегодовым температурам, значительным уровням повседневных физических нагрузок и присущий арктическому/субарктическому адаптивному типу комплекс соматических черт со сравнительно невысоким содержанием жировой ткани (Kozlov et al., 2007).

Традиционное жизнеобеспечение обских угров основывалось на сочетании рыболовства в реках и внутренних водоёмах с охотой при значи-

Таблица 1. Частоты аллелей и генотипов *FTO* в выборках коренного населения Севера Западной Сибири (N=171)
Table 1. Frequencies of *FTO* alleles and genotypes in samples of the indigenous population of the North of Western Siberia (N=171)

Этническая группа Population group	N	Частоты аллелей Frequencies alleles		Частоты генотипов Frequencies genotypes			Соответствие равновесию Харди-Вайнберга Corresponds to the Hardy-Weinberg equilibrium
		A	T	AA	AT	TT	
Ханты северные Northern Khanty	90	0,378	0,622	0,111	0,533	0,356	$\chi^2=1,627$; $p=0,202$
Манси сосьвинские Sosva Mansi	31	0,419	0,581	0,129	0,581	0,290	$\chi^2=1,146$; $p=0,284$
Ненцы ямальские Yamal Nenets	50	0,350	0,650	0,140	0,420	0,440	$\chi^2=0,296$; $p=0,587$

тельно меньшем, по сравнению с ненцами, вкладе оленеводства (Головнев, 1993). Но и при промысловом хозяйстве хантов и манси, и при крупнотабунном оленеводстве ненцев тип питания коренных северян Западной Сибири в целом сохранял черты «арктического белково-липидного» варианта (Kozlov et al., 2007).

Учитывая изложенное, мы полагаем, что исследование полиморфизмов гена *FTO* в группах ненцев и обских угров может дать ценный материал для формирования представлений о пространственной и этноантропологической картине распространенности генов-регуляторов метаболизма на территории Евразии.

Цель исследования: дать характеристику распределения частот аллеля *A*FTO* (rs9939609) в популяциях коренного населения Севера Западной Сибири: ненцев, хантов и манси.

Материалы и методы

В основу работы положены данные обследований 171 представителя коренного населения Севера Западной Сибири. На территории Березовского р-на Ханты-Мансийского АО обследованы северные ханты (n=90) и сосьвинские манси (n=31), ямальские ненцы (n=50) – в Ямало-Ненецком АО. Этническая принадлежность устанавливалась по самоопределению, в большинстве случаев с опросом о национальности предков до второго поколения (бабушки, деды).

Дизайн исследования одобрен Этическими комиссиями Медико-генетического научного центра (г. Москва) и Кемеровского государственного медицинского университета (КемГМУ). Сбор образцов проводился с учётом требований Хель-

синкской декларации, с получением от участников информированного согласия на участие.

Выборки сосьвинских манси, северных хантов и ямальских ненцев представлены материалами, собранными в рамках совместных исследований НИИ и Музея антропологии МГУ и Кемеровского государственного медицинского университета (КемГМУ). ДНК из биологических материалов (образцов крови, полученных в ходе профилактических медицинских осмотров) выделяли методом фенол-хлороформной экстракции. Концентрацию ДНК промеряли на спектрофотометре NanoDrop 2000C. Генотипирование образцов по полиморфному локусу гена *FTO* (T/A, rs9939609) проводили на базе ООО Лаборатория «Литех» (г.Москва).

В качестве референтных групп избраны выборки русских Центральной России и монголов (Бондарева с соавт., 2018). Образцы, полученные при обследовании этих групп, были исследованы в той же лаборатории, что исключает вероятность методических расхождений в генетическом анализе.

Расчет и последующая обработка результатов осуществлялись при помощи программы Statistica 12.0 (StatSoft, США). Анализ частот аллелей и генотипов в наших выборках и межгрупповые сравнения проводили методом χ^2 с поправкой Холма-Бонферрони для множественных сравнений.

Результаты

Частоты аллелей и генотипов *FTO* rs9939609 у коренного населения Севера Западной Сибири представлены в таблице 1. Концентрация аллелей и генотипов в моноэтнических

группах соответствует равновесию Харди-Вайнберга.

В целом, полученные данные демонстрируют близость всех западносибирских выборок по частотам аллелей и генотипов *FTO* rs9939609. Средняя частота носительства аллеля *А в популяциях Севера Западной Сибири составляет $q=0,377$. Значимых различий между этническими выборками (ханты, манси, ненцы) по частотам аллеля *А и генотипа *AA*FTO* не выявлено ($p>0,05$).

Обсуждение

Рассмотрим полученные данные в массиве доступных сведений о распространенности вариантов *FTO* rs9939609 в популяциях Евразии (табл. 2).

Носительство «рисковых» аллеля и генотипа в нашей выборке ненцев значимо ($p<0,001$) ниже, чем у обследованных русских (Батурина с соавт., 2017; Бондарева с соавт., 2018). При этом как частоты аллеля *A*FTO* rs9939609 у обследованных нами ямальских ненцев ($q=0,350$; табл. 1) и тазовских ненцев ($q=0,299$; (Батурина с соавт., 2017)), так и частоты генотипа *AA в этих выборках (табл. 2) значимо не различаются ($p>0,05$ во всех случаях). Это позволяет распространить данные о частоте аллелей *FTO* rs9939609 по крайней мере на указанные субэтнические группы, что важно, учитывая широкое географическое расселение ненецких популяций и значительную численность народа в целом (49646 человек, согласно переписи 2021 года).

Частоты аллеля *A*FTO* rs9939609 в выборках северных хантов и сосвинских манси (табл. 1) близки к описанным у ненцев ($q=0,350$ в нашей выборке и $q=0,299$ по данным А.К. Батурина с соавт., калмыков ($q=0,367$) и монголов ($q=0,304$), хотя значимо ниже, чем у алтайцев ($q=0,664$; $p<0,05$) (Батурина с соавт., 2017; Бондарева с соавт., 2018).

Родственных антропологически и близких по частотам аллеля *A** и генотипа *AA*FTO* rs9939609 ($p>0,05$ во всех случаях) хантов и манси (табл.1) корректно рассматривать как единую группу обских угров. Это позволяет увеличить численность выборки и повысить точность сравнений с другими российскими популяциями, в частности, русскими Москвы и Саранска, а также монголоидными группами – калмыками, алтайцами и монголами (Бондарева с соавт., 2018). Объединённая выборка обских угров отличается сниженным носительством «рис-

кового» аллеля как от русских центрального региона Европейской части РФ ($\chi^2=29,686$, $p<0,001$), так и от алтайцев ($\chi^2=45,402$, $p<0,001$). При этом по частотам генотипа *AA*FTO* обские угры с высокой значимостью ($p<0,001$) отличаются от всех перечисленных групп.

На основании имеющихся на настоящий момент данных складывается впечатление, что носительство «рискового» аллеля *A*FTO* rs9939609 у коренного населения Арктики (ненцы) и Субарктики (ханты, манси) ниже, чем в группах населения других климатических зон.

При этом, однако, мы не находим подтверждений того, что в современных популяциях полиморфизм *FTO* rs9939609 вовлечён в процессы адаптации к условиям высокоширотных регионов. При вычислении ранговых корреляций Спирмена между значениями популяционных частот генотипов *AA**, *AT**, *TT*FTO* с одной стороны, и географической широтой локализации выборки, среднегодовой температурой области проживания группы и средней температурой самого холодного месяца года, с другой (табл. 2), статистически значимые связи не выявлены ($p>0,2$ во всех случаях).

Это подтверждается и равновесием Харди-Вайнберга по полиморфизму *FTO* rs9939609 в наших выборках (табл. 1). Проведённый нами анализ распределения аллелей и генотипов в выборке обследованных А.К. Батуриным с соавторами азовских ненцев ($\chi^2=1,117$; $p=0,291$) также указывает на равновесное распределение аллелей и генотипов, которое устанавливается при отсутствии давления отбора и притока генов из других популяций (Батурина с соавт., 2017).

Учитывая, что невысокое содержание жировой ткани – характерная и, по-видимому, давно сложившаяся морфологическая черта высокоширотных популяций (Kozlov et al., 2007), можно предположить, что рассматриваемый нами вариант rs9939609 мог служить мишенью для естественного отбора лишь на ранних этапах адаптации древних людей к обитанию в Арктике и Субарктике; аналогичные идеи выдвинуты Б.А. Малярчуком и А.Н. Литвиновым относительно полиморфизма *FTO* rs1421085 (Malyarchuk, Litvinov, 2025).

Наши наблюдения, разумеется, не закрывают антропоэкологического направления в исследованиях *FTO* rs9939609: расширение популяционных данных и привлечение более обширного материала может открыть новые перспективы.

Таблица 2. Географическая локализация, температурный режим и частоты генотипов *FTO* rs9939609 в некоторых популяциях Евразии
Table 2. Geographic localization, temperature regime and genotype frequencies of *FTO* rs9939609 in some Eurasian populations

Этническая группа, локализация выборки Ethnic group, sample location	Геогр. широта °N Geographic latitude °N	Температура, С° Temperature, С°		Частоты генотипов Genotype frequency			Источник данных Source
		Средняя годовая Average annual	Самый холодный месяц The coldest month	АА	АТ	ТТ	
Ненцы тазовские (Тазовский) Nenets of Taz (Tazovsky)	67°28'	-6,1	-24,3	0,194	0,276	0,283	Батурин с соавт., 2017 Baturin et al., 2017
Ненцы ямальские (Яр-Сале) Yamal Nenets (Yar-Sale)	66°51'	-4,2	-20,7	0,140	0,420	0,440	Собств. данные Our data
Ханты северные (Теги) Northern Khanty (Tegi)	64°19'	-3,4	-21,5	0,111	0,533	0,356	Собственные данные Our data
Финны (Оулу) Finns (Oulu)	65°00'	+2,0	-11,1	0,155	0,466	0,378	Kaakinen et al., 2010
Русские (Архангельск) Russians (Arkhangelsk)	64°33'	+1,9	-11,6	0,198	0,494	0,308	Бондарева с соавт., 2018 Bondareva et al., 2018
Манси сосвинские (Ванзетур) Mansi of Sosva (Vanzetur)	63°62'	-1,8	-21,4	0,129	0,581	0,290	Собственные данные Our data
Русские (центральный регион) Russians (central region)	55°45'	+6,3	-6,2	0,332	0,504	0,164	Бондарева с соавт., 2018 Bondareva et al., 2018
Русские (Саранск) Russians (Saransk)	54°11'	+4,1	-11,6	0,236	0,511	0,236	Бондарева с соавт., 2018 Bondareva et al., 2018
Англичане (Чарнвуд) English (Charnwood)	52°45'	+14,0	+3,0	0,180	0,450	0,370	West et al., 2018
Алтайцы (Горно-Алтайск) Altaians (Gorno-Altaysk)	51°58'	+2,8	-13,7	0,628	0,365	0,037	Бондарева с соавт., 2018 Bondareva et al., 2018
Калмыки (Элиста) Kalmyks (Elista)	46°19'	+9,8	-4,1	0,241	0,253	0,506	Бондарева с соавт., 2018 Bondareva et al., 2018
Монголы (Улан-Батор) Mongols (Ulaanbaatar)	47°55'	-0,4	-21,6	0,105	0,398	0,497	Бондарева с соавт., 2018 Bondareva et al., 2018
Румыны (Бухарест) Romanians (Bucharest)	44°24'	+10,8	-1,3	0,340	0,377	0,283	Ursu et al., 2015
Турки (Йозгат) Turks (Yozgat)	39°49'	+9,7	-1,9	0,100	0,440	0,460	Inandiklioğlu, Yaşar, 2021
Корейцы (Тэгу) Koreans (Daegu)	35°52'	+13,8	+0,6	0,020	0,220	0,770	Park, Choi, 2023
Кувейтцы (Эль-Кувейт) Kuwaitis (Kuwait City)	29°22'	+26,4	+12,8	0,230	0,480	0,290	Al-Serri et al., 2018

Заключение

Для обследованного коренного населения Севера Западной Сибири характерно невысокое носительство «рисковых» в отношении развития ожирения, сахарного диабета 2 типа и ишемической болезни сердца вариантов полиморфизма *FTO* rs9939609.

Выборки северных хантов, сосвинских манси и ямальских ненцев не различаются по частотам аллеля *A** и генотипа *AA*FTO* rs9939609 и близки к описанным в группах тазовских ненцев (Батурин с соавт., 2017), калмыков и монголов. Частоты аллеля *A* и генотипа *AA* исследованных нами народов значимо ниже ($p < 0,05$), чем у алтайцев и русских (Бондарева с соавт., 2018).

Поскольку распределение аллеля *A*FTO* rs9939609 в наших выборках отвечает равновесию Харди-Вайнберга, а ранговые корреляции Спирмена между популяционными частотами генотипов *FTO* rs9939609 с географической широтой и климатическими характеристиками области проживания 16 популяций Евразии не достигают принятого уровня значимости ($p > 0,2$), можно предположить, что в современных популяциях полиморфизм *FTO* rs9939609 не вовлечён в процессы адаптации к условиям высокоширотных регионов.

Решение вопроса о специфике распределения аллелей и генотипов *FTO* rs9939609 в популяциях, представляющих различные расовые группы и адаптивные типы, требует расширения географического охвата и привлечения более обширного материала.

Список литературы

Батурин А.К., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э., Кобелькова И.В. с соавт. Изучение ассоциации полиморфизмов rs993609 гена *FTO* и rs659366 гена *UCP2* с ожирением у населения Арктической зоны Российской Федерации // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 3. С. 32-39.

Бондарева Э.А., Махалин А.В., Попова Е.В., Отгон Г., Задорожная Л.В. с соавт. Предрасположенность к ожирению среди различных этнических групп на территории России и Монголии, обусловленная полиморфизмом гена *FTO*. Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018. № 4. С. 43-48. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2018.4.043-048>

Головнев А.В. Историческая типология хозяйства народов Северо-Западной Сибири. Новосибирск: НГУ. 1993. 204 с. ISBN: 5-7615-0121-X.

Козлов А.И., Лавряшина М.Б., Вершубская Г.Г., Балановская Е.В. Своеобразие субэтнических групп ненцев по генетическим детерминантам метаболизма са-

харозы, трегалозы и лактозы // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2022, № 3. С. 63-71. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2022.3.063-071>

Хомич Л.В. Проблемы этногенеза и этнической истории ненцев. Л.: Наука. 1976. 189 с.

Al-Serri A., Al-Bustan S.A., Kamkar M., Thomas D., Alsmadi O. et al. Association of *FTO* rs9939609 with obesity in the Kuwaiti population: a public health concern? *Med. Princ. Pract.*, 2018, 27 (2), pp. 145-151. <https://doi.org/10.1159/000486767>

Church C., Moir L., McMurray F., Girard C., Banks G.T. et al. Overexpression of *Fto* leads to increased food intake and results in obesity. *Nat. Genet.*, 2010, 42 (12), pp. 1086-1092. <https://doi.org/10.1038/ng.713>

Derenko M., Malyarchuk B., Denisova G., Perkova M., Litvinov A. et al. Western Eurasian ancestry in modern Siberians based on mitogenomic data. *BMC Evol. Biol.*, 2014, 14, p. 217. <https://doi.org/10.1186/s12862-014-0217-9>

Fischer J., Koch L., Emmerling C., Vierkotten J., Peters T. et al. Inactivation of the *Fto* gene protects from obesity. *Nature*, 2009, 458, pp. 894-898. <https://doi.org/10.1038/nature07848>

Frayling T.M., Timpson N.J., Weedon M.N., Zeggini E., Freathy R.M. et al. A common variant in the *FTO* gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity. *Science*, 2007, 316 (5826), pp. 889-894. <https://doi.org/10.1126/science.1141634>

Hardy D.S., Garvin J.T., Mersha T.B., Racette S.B. Ancestry specific associations of *FTO* gene variant and metabolic syndrome: A longitudinal ARIC study. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (6), pp. e18820. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018820>

Hinney A., Nguyen T.T., Scherag A., Friedel S., Brünnner G. et al. Genome wide association (GWA) study for early onset extreme obesity supports the role of fat mass and obesity associated gene (*FTO*) variants. *PLoS One*, 2007, 2 (12), p. e1361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001361>

Inandiklioğlu N., Yaşar A. Association between rs1421085 and rs9939609 polymorphisms of fat mass and obesity-associated gene with high-density lipoprotein cholesterol and triglyceride in obese Turkish children and adolescents. *J. Pediatr. Genet.*, 2021, 10 (1), pp. 9-15. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713154>

Kaakinen M., Läärä E., Pouta A., Hartikainen A.L., Laitinen J. et al. Life-course analysis of a fat mass and obesity-associated (*FTO*) gene variant and body mass index in the Northern Finland Birth Cohort 1966 using structural equation modeling. *Am. J. Epidemiol.*, 2010, 172 (6), pp. 653-665. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq178>

Kozlov A., Vershubsky G., Kozlova M. Indigenous Peoples of Northern Russia: Anthropology and Health. *Int. J. Circumpolar Health*, 2007, 66 (sup1), pp. 1-184. <https://doi.org/10.1080/22423982.2007.11864603>

Krupnik I. *Arctic adaptations: native whalers and reindeer herders of Northern Eurasia*. Hanover, University Press of New England, 1993. 355 pp.

Kucher A.N. The *FTO* Gene and Diseases: The Role of Genetic Polymorphism, Epigenetic Modifications, and Environmental Factors. *Russ. J. Genet.*, 2020, 56, pp. 1025–1043. <https://doi.org/10.1134/S1022795420090136>

Malyarchuk B.A., Litvinov A.N. Polymorphism of the rs1421085 Locus of the *FTO* Gene in Human Populations: Genogeographic Aspect. *Russ. J. Genet.*, 2025, 61, pp. 453-459. <https://doi.org/10.1134/S1022795424701850>

Park H.G., Choi J.H. Genetic variant rs9939609 in FTO is associated with body composition and obesity risk in Korean females. *BMJ Open Diabet. Res. Care*, 2023, 11 (6), p. e003649. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2023-003649>

Peters T., Ausmeier K., R  ther U. Cloning of Fatso (Fto), a novel gene deleted by the Fused toes (Ft) mouse mutation. *Mamm. Genome*, 1999, 10 (10), p. 983–986. <https://doi.org/10.1007/s003359901144>

Pimenoff V.N., Comas D., Palo J.U., Vershubsky G., Kozlov A. et al. Northwest Siberian Khanty and Mansi populations in the junction of West and East Eurasian gene pools as revealed by uniparental markers. *Eur. J. Hum. Genet.*, 2008, 16 (10), pp. 1254–1264. <https://doi.org/10.1038/ejhg.2008.101>

Tan L.-J., Zhu H., He H., Wu K.-H., Li J. et al. Replication of 6 obesity genes in a meta-analysis of genome-wide association studies from diverse ancestries. *PLoS ONE*, 2014, 9 (5), p. e96149. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096149>

Ursu R.I., Badiu C., Cucu N., Ursu G.F., Craciunescu I. et al. The study of the rs9939609 FTO gene polymorphism in association with obesity and the management of obesity in a Romanian cohort. *J. Med. Life*, 2015, 8 (2), pp. 232–238.

West N.R., Dorling J., Thackray A.E., Hanson N.C., Decombel S.E. et al. Effect of obesity-linked FTO rs9939609 variant on physical activity and dietary patterns in physically active men and women. *J. Obes.*, 2018, 2018, p. 7560707. <https://doi.org/10.1155/2018/7560707>

References

Al-Serri A., Al-Bustan S.A., Kamkar M., Thomas D., Alsmadi O. et al. Association of FTO rs9939609 with obesity in the Kuwaiti population: a public health concern? *Med. Princ. Pract.*, 2018, 27 (2), pp. 145–151. <https://doi.org/10.1159/000486767>

Baturin A.K., Sorokina E.Yu., Pogozheva A.V., Keshabyants E.E., Kobelkova I.V. et al. The association of rs993609 polymorphisms of gene *FTO* and rs659366 polymorphisms of gene *UCP2* with obesity among Arctic Russian population. *Problems of Nutrition*, 2017, 86 (3), pp. 32–39. (In Russ.).

Bondareva E.A., Makhalin A.V., Popova E.V., Otgon G., Zadorozhnaya L.V., et al. Obesity predisposition associated with *FTO* gene polymorphism among different ethnic groups of Russia and Mongolia. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*, 2018, 4, pp. 43–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2018.4.043-048>

Church C., Moir L., McMurray F., Girard C., Banks G.T. et al. Overexpression of *Fto* leads to increased food intake and results in obesity. *Nat. Genet.*, 2010, 42 (12), pp. 1086–1092. <https://doi.org/10.1038/ng.713>

Derenko M., Malyarchuk B., Denisova G., Perkova M., Litvinov A. et al. Western Eurasian ancestry in modern Siberians based on mitogenomic data. *BMC Evol. Biol.*, 2014, 14, p. 217. <https://doi.org/10.1186/s12862-014-0217-9>

Fischer J., Koch L., Emmerling C., Vierkotten J., Peters T. et al. Inactivation of the *Fto* gene protects from obesity. *Nature*, 2009, 458, pp. 894–898. <https://doi.org/10.1038/nature07848>

Frayling T.M., Timpson N.J., Weedon M.N., Zeggini E., Freathy R.M. et al. A common variant in the *FTO* gene is associated with body mass index and predisposes to

childhood and adult obesity. *Science*, 2007, 316 (5826), pp. 889–894. <https://doi.org/10.1126/science.1141634>

Golovnev A.V. *Historical typology of the economy of the peoples of Northwestern Siberia*. Novosibirsk, NSU Publ., 1993. 204 p. (In Russ.). ISBN: 5-7615-0121-X.

Hardy D.S., Garvin J.T., Mersha T.B., Racette S.B. Ancestry specific associations of *FTO* gene variant and metabolic syndrome: A longitudinal ARIC study. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99 (6), pp. e18820. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018820>

Hinney A., Nguyen T.T., Scherag A., Friedel S., Brunner G. et al. Genome wide association (GWA) study for early onset extreme obesity supports the role of fat mass and obesity associated gene (*FTO*) variants. *PLoS One*, 2007, 2 (12), p. e1361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001361>

Inandikliođlu N., Yařar A. Association between rs1421085 and rs9939609 polymorphisms of fat mass and obesity-associated gene with high-density lipoprotein cholesterol and triglyceride in obese Turkish children and adolescents. *J. Pediatr. Genet.*, 2021, 10 (1), pp. 9–15. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713154>

Kaakinen M., L  r   E., Pouta A., Hartikainen A.L., Laitinen J. et al. Life-course analysis of a fat mass and obesity-associated (*FTO*) gene variant and body mass index in the Northern Finland Birth Cohort 1966 using structural equation modeling. *Am. J. Epidemiol.*, 2010, 172 (6), pp. 653–665. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq178>

Khomich L.V. *Problems of Ethnogenesis and Ethnic History of the Nenets*. Leningrad, Nauka Publ., 1976. 189 p. (In Russ.).

Kozlov A., Vershubsky G., Kozlova M. Indigenous Peoples of Northern Russia: Anthropology and Health. *Int. J. Circumpolar Health*, 2007, 66 (sup1), pp. 1–184. <https://doi.org/10.1080/22423982.2007.11864603>

Kozlov A.I., Lavryashina M.B., Vershubskaya G.G., Balanovska E.V. The peculiarity of sub-ethnic groups of Nenets in genetic determinants of the metabolism of sucrose, trehalose and lactose. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*, 2022, 3, pp. 63–71. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2022.3.063-071>

Krupnik I. *Arctic adaptations: native whalers and reindeer herders of Northern Eurasia*. Hanover, University Press of New England, 1993. 355 pp.

Kucher A.N. The *FTO* Gene and Diseases: The Role of Genetic Polymorphism, Epigenetic Modifications, and Environmental Factors. *Russ. J. Genet.*, 2020, 56, pp. 1025–1043. <https://doi.org/10.1134/S1022795420090136>

Malyarchuk B.A., Litvinov A.N. Polymorphism of the rs1421085 Locus of the *FTO* Gene in Human Populations: Genogeographic Aspect. *Russ. J. Genet.*, 2025, 61, pp. 453–459. <https://doi.org/10.1134/S1022795424701850>

Park H.G., Choi J.H. Genetic variant rs9939609 in FTO is associated with body composition and obesity risk in Korean females. *BMJ Open Diabet. Res. Care*, 2023, 11 (6), p. e003649. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2023-003649>

Peters T., Ausmeier K., R  ther U. Cloning of Fatso (Fto), a novel gene deleted by the Fused toes (Ft) mouse mutation. *Mamm. Genome*, 1999, 10 (10), p. 983–986. <https://doi.org/10.1007/s003359901144>

Pimenoff V.N., Comas D., Palo J.U., Vershubsky G., Kozlov A. et al. Northwest Siberian Khanty and Mansi populations in the junction of West and East Eurasian gene pools as revealed by uniparental markers. *Eur. J.*

Hum. Genet., 2008, 16 (10), pp. 1254-1264.
<https://doi.org/10.1038/ejhg.2008.101>

Tan L.-J., Zhu H., He H., Wu K.-H., Li J. et al. Replication of 6 obesity genes in a meta-analysis of genome-wide association studies from diverse ancestries. *PLoS ONE*, 2014, 9 (5), p. e96149.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096149>

Ursu R.I., Badiu C., Cucu N., Ursu G.F., Craciunescu I. et al. The study of the rs9939609 FTO gene polymorphism in association with obesity and the management of obesity in a Romanian cohort. *J. Med. Life*, 2015, 8 (2), pp. 232-238.

West N.R., Dorling J., Thackray A.E., Hanson N.C., De-combel S.E. et al. Effect of obesity-linked FTO rs9939609 variant on physical activity and dietary patterns in physically active men and women. *J. Obes.*, 2018, 2018, p. 7560707.
<https://doi.org/10.1155/2018/7560707>

Информация об авторах/ Information about the authors

Васильева Александра Александровна, к.б.н.,
НИИ и Музей антропологии, Московский
государственный университет имени М.В.Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация;
vasileva@mail.bio.msu.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-8025-8444>

Козлов Андрей Игоревич, д.б.н. НИИ и Музей антропологии,
Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова; Медико-генетический научный
центр имени академика Н.П. Бочкова, г. Москва,
Российская Федерация;
dr.kozlov@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6710-4862>

Вершубская Галина Григорьевна,
НИИ и Музей антропологии, Московский
государственный университет имени М.В.Ломоносова,
г. Москва, Российская Федерация;

ggver@ya.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2452-1532>

Лавряшина Мария Борисовна, д.б.н., проф., Кемеровский
государственный медицинский университет,
Кемерово, Российская Федерация;
lmb2001@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-1593-0676>

Vasileva Aleksandra A., Ph. D., Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russian Federation;
vasileva@mail.bio.msu.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-8025-8444>

Kozlov Andrey I., Dr. Sci., Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation; Bochkov Research
Centre for Medical Genetics, Moscow, Russian Federation;
dr.kozlov@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6710-4862>

Vershubskaia Galina G., Anuchin Research Institute
and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation;
ggver@ya.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-2452-1532>

Lavryashina Maria B., D. Sci., prof., Kemerovo State Medical
University, Kemerovo, Russian Federation;
lmb2001@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0003-1593-0676>

Поступила в редакцию 10.11.2025.
Получена после доработки 02.12.2025.
Принята к публикации 02.12.2025.

Received 10.11.2025.
Revised 02.12.2025.
Accepted 02.12.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-6>

УДК/UDC 572.5/.7

Региональные особенности физического развития студенческой молодежи г. Ярославля

А.М. Брагина✉, Н.Н. Тятенкова

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль, Российская Федерация

✉ krupsasha18@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Введение. В статье представлены результаты исследования физического развития студенческой молодежи г. Ярославля с целью выявления региональных особенностей.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие юноши (n=661) и девушки (n=743) юношеского периода онтогенеза (18-21 год). У студентов были измерены тотальные размеры тела (длина тела, масса тела) и периметры туловища (окружность талии и бедер), рассчитаны индексы физического развития для оценки массы тела (отношение массы тела к квадрату длины тела), абдоминального ожирения (отношение окружности талии к обхвату бедер), центрального жиротложения (отношение окружности талии к длине тела).

Результаты и обсуждение. Для юношей 18-21 года, в отличие от девушек, характерно продолжение ростовых процессов и увеличение тотальных размеров тела и периметров туловища. Ярославские юноши являются самыми высокими среди сверстников из других регионов Центрального федерального округа, показатели девушек входят в диапазон средних значений (длина тела юношей – 179,8 см, девушек – 165,9 см); масса тела и индекс массы тела у юношей – 76,1 кг и 23,5 кг/м², у девушек – 59,9 кг и 21,8 кг/м² соответственно. Дефицит массы тела отмечен у 19,3% юношей и 17,2% девушек. Недостаточность массы тела чаще встречалась у ярославских юношей и реже у девушек по сравнению со сверстниками из других регионов. Избыточная масса тела и ожирение отмечены у 30,0% юношей и 15,2% девушек. Андроидный тип жиротложения характерен для 17,6% юношей и 17,2% девушек. Доля испытуемых мужского и женского пола, имеющих центральное жиротложение, составила 18,3% и 15,8%, соответственно. Значение периметров туловища в обеих половых группах существенно не отличалось от таковой у сверстников из других регионов.

Заключение. На основе тотальных размеров тела, периметров туловища и индексов физического развития, полученных в результате антропометрического обследования ярославской молодежи в возрасте от 18 до 21 года, были сформированы оценочные таблицы, которые могут быть использованы в целях социально-гигиенического мониторинга.

Ключевые слова: биологическая антропология; физическое развитие; антропометрия; студенты; региональные особенности телосложения; социально-гигиенический мониторинг, Российская Федерация

Для цитирования: Брагина А.М., Тятенкова Н.Н. Региональные особенности физического развития студенческой молодежи г. Ярославля // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 71–84. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-6>

Regional peculiarities of physical development of Yaroslavl students

Aleksandra M. Bragina✉, Natalia N. Tyatenkova

P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russian Federation

✉ krupsasha18@gmail.com

ABSTRACT

Introduction. The article presents the results of a study on the physical development of students in Yaroslavl, in order to identify regional peculiarities.

Materials and methods. The study for young people encompassed 661 male and 743 female participants aged 18-21. The students' body dimensions (length, weight), body perimeters (waist, hip circumferences) were measured. Physical development indices were calculated to assess body weight (ratio of body weight to square of body length), abdominal obesity (ratio of waist circumference to hip circumference), and central fat deposition (ratio of waist circumference to body length).

Results and discussion. Young men aged 18-21, in contrast to young women, are characterized by continued growth processes and an increase in total body size and trunk circumference. Among their peers from other regions of the Central Federal District, Yaroslavl young men stand out for their high height – 179.8 cm, while young women have an average of 165.9 cm. Body weight and body mass index in young men are 76.1 kg and 23.5 kg/m², and in young women – 59.9 kg and 21.8 kg/m², respectively. Body weight deficiency is observed in 19.3% of young men and 17.2% of young women. Interestingly, among Yaroslavl adolescents, body weight deficiency is more common in young men and less common in young women than in their peers from other regions. Overweight and obesity were diagnosed in 30.0% of young men and 15.2% of young women. The android type of fat deposition is typical for 17.6% of young men and 17.2% of young women. The proportion of men and women with the central type of fat deposition was 18.3% and 15.8%, respectively. The perimeters of the body in both sex groups do not significantly differ from those of their peers from other regions.

Conclusion. Based on the total body size, body parameters, and physical development indices obtained from an anthropometric survey of young people aged 18-21 in Yaroslavl, these tables can be useful for conducting social and hygienic monitoring among Yaroslavl youth.

Keywords: biological anthropology; physical development; anthropometry; students; regional peculiarities constitution; social and hygienic monitoring; Russian Federation

For citation: Bragina A.M., Tyatenkova N.N. Regional peculiarities of physical development of Yaroslavl students. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 71-84. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-6>

Введение

Физическое развитие является одной из важнейших интегративных характеристик здоровья населения и выступает как критерий объективной оценки повреждающих факторов риска здоровью (Мингазова с соавт., 2023). Известно, что физическое развитие подвержено значительным колебаниям в зависимости от этнической принадлежности (Мишечкин с соавт., 2021), климатогеографических условий проживания (Николаев с соавт., 2015), особенностей образа жизни (Койносов с соавт., 2022; Кругликова, Айзман, 2024), социально-экономических (Поляков с соавт., 2017; Негашева с соавт., 2020) и антропогенных (Година с соавт., 2009) факторов.

Наиболее информативным для оценки уровня популяционного здоровья является физическое развитие подрастающего поколения, в том числе студенческой молодежи (Кокурин с соавт., 2012; Зиатдинов, Мингазова, 2013; Кретьева с соавт., 2014; Калюжный с соавт., 2017). В научной литературе представлены результаты исследований, проведенных в различных субъектах Российской Федерации (Зими́на с соавт., 2020; Мишечкин с соавт., 2021; Гурьева, Алексеева, 2022; Кустова с соавт., 2022; Старкова с соавт., 2022; Негашева с соавт., 2024), которые свидетельствуют об особенностях становления антропометрических параметров молодежи в зависимости от региона проживания. Особое внимание в последнее время уделяется разработке региональных стандартов физического развития, однако подавляющее большинство из них предназначены для детей и подростков в возрасте до 17 лет (Калюжный, 2017; Герасевич, Пархоц, 2019; Авдеева с соавт., 2023). В отдельных регионах разработаны стандарты и оценочные таблицы для студенческой молодежи (Калюжный с соавт., 2017; Негашева с соавт., 2024). Данные по физическому развитию молодежи Ярославской области единичны (Вьюшин, Викулов, 2014; Тятенкова с соавт., 2020).

Оценка уровня физического развития молодежи с учетом возрастных и региональных особенностей может служить критерием санитарно-эпидемиологического и социально-экономического благополучия региона и послужить основой для разработки профилактических мероприятий. В связи с вышесказанным возникает необходимость создания региональных

оценочных таблиц и стандартов для лиц юношеского периода онтогенеза.

Цель исследования – антропометрическое обследование студенческой молодежи Ярославской области и оценка уровня физического развития с последующей разработкой нормативных таблиц.

Материалы и методы

В течение 2022-2024 гг. проведено поперечное обследование студенческой молодежи ярославских вузов. В исследовании приняли участие юноши (n=661) и девушки (n=743) юношеского периода онтогенеза (18-21 год). Средний возраст лиц мужского пола составил $19,7 \pm 0,03$ лет, женского – $19,6 \pm 0,03$ лет. Население Ярославской области по национальному составу – преимущественно русские (96%) (URL: https://bdex.ru/naselenie/yaroslavskaya-oblast/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F, дата обращения – 29.10.2025). Порядка 60% обучающихся длительное время проживают в Ярославле, иногородние студенты приезжают из других городов Ярославской области (не более 15%), а также из Костромской, Ивановской и Архангельской областей. Доля студентов, проживавших в сельской местности до поступления в вуз, крайне незначительна. Репрезентативность выборки рассчитывалась по формуле К.А. Отдельновой и составила 384 человека для населения Ярославской области (Отдельнова, 1980). Половозрастная характеристика обследованного контингента представлена в таблице 1.

Таблица 1. Численное распределение студентов по возрастным группам
Table 1. Numerical distribution of students by age group

	Возраст, лет / Age, years				
	18	19	20	21	18-21
Юноши Young men	62	183	327	89	661
Девушки Young women	90	201	329	124	744
Всего Total	152	384	656	213	1405

Обследование студентов проводили после получения информированного согласия в соответствии с требованиями Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Программа исследования утверждена Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова».

Среди соматических показателей были измерены тотальные размеры тела (длина тела, масса тела) и периметры туловища (окружность талии и бедер). Длину тела (ДТ, см) определяли с использованием ростомера «Твес РП» с точностью до 0,5 см. Массу тела (МТ, кг) испытуемых регистрировали с помощью напольных медицинских весов «Твес ВМЭН-150» с точностью до 100 гр. Периметры туловища измеряли гибкой матерчатой сантиметровой лентой с точностью до 0,5 см: окружность талии (ОТ, см) – посередине между нижней границей последнего ребра и гребнем подвздошной кости, окружность бедер (ОБ, см) – в наиболее выступающей точке ягодичных мышц (Тутельян с соавт., 2018).

Уровень физического развития оценивали по индексу массы тела (ИМТ, кг/м²). В зависимости от величины ИМТ, и согласно рекомендациям ВОЗ (URL: <https://www.who.int/europe/>, дата обращения – 10.10.2025), испытуемые были поделены на следующие группы: выраженный дефицит массы тела – ИМТ менее 16,0 кг/м², недостаточная масса тела – 16,1–18,4 кг/м², нормальные значения – 18,5–24,9 кг/м², избыточная масса тела – 25–29,9 кг/м², выше 30 кг/м² – ожирение. Абдоминальное ожирение регистрировали при величине индекса ОТ/ОБ у юношей более 1,0, у девушек – 0,85 (Сергеев с соавт., 2015). Центральное жиротложение диагностировали при значениях индекса ОТ/ДТ выше 0,5 усл. ед. Оценку индексов физического развития осуществляли с использованием метода сигмальных отклонений. Колебания показателей в пределах $\pm 1\sigma$ соответствовали среднему уровню физического развития, от $+1\sigma$ до $+2\sigma$ – выше среднего, от $+2\sigma$ до $+3\sigma$ – высокому, от -1σ до -2σ – ниже среднего, от -2σ до -3σ – низкому.

Полученные результаты обработаны статистически с использованием критерия Колмогорова-Смирнова для оценки нормальности распределения, непараметрических критериев – Манна-Уитни, Спирмена; критерия z-score для установления значимости различий между до-

лями в распределении. Расчет осуществлялся в программах Statistica 10.0 и надстройке «Анализ данных» в Excel 2021.

Результаты

Результаты антропометрического обследования и расчета индексов физического развития у юношей представлены в таблице 2.

Согласно полученным данным длина тела у юношей к 21 году увеличилась на 2,5 см (1,4%), масса тела – на 10,9 кг (13,8%), рассчитанный на их основании индекс массы тела – на 2,8 кг/м² (11,48%). Окружность талии с 18 до 21 года увеличилась на 4,9 см (6,1%), бедер – 3,6 см (3,63%). Все изменения статистически значимы ($p < 0,05$).

Выборки девушек 18 лет и 21 года значительно не различаются по показателям физического развития (табл. 3).

Метод сигмальных отклонений позволяет оценить исследуемую выборку по уровням физического развития и выявить группы риска. Сигмы были рассчитаны для юношей в возрасте 18–21 лет (табл. 4).

Диапазон $M \pm \sigma$ для индекса массы тела у юношей шире градации, установленной ВОЗ. В связи с этим, анализ распределения осуществлялся по стандартной методике. Результаты индивидуальной оценки показали, что среди юношей 50,7% имели нормальную массу тела. В группу риска отнесены лица с дефицитом массы тела (19,3%), избыточной массой тела (15,0%) и ожирением (15,0%). Полученные результаты связаны с одновременным увеличением длины и массы тела у лиц мужского пола. Студенты, имеющие значение индекса ОТ/ОБ в диапазоне, соответствующем промежуточному типу жиротложения, составили 79,6% обследованных. Для 5,5% юношей характерен гиноидный тип и для 18,3% – центральное жиротложение.

Сигмальные отклонения показателей уровня физического развития девушек представлены в таблице 5.

Среди девушек доля лиц со значением ИМТ в пределах диапазона нормы была статистически значимо выше, чем у юношей ($p = 0,04$) и составляла 67,6%. Доля студенток с дефицитом массы тела составила 17,2%. Избыточная масса тела отмечена у 10,2%, ожирение – у 5,0% девушек. У юношей статистически значимо чаще ($p = 0,009$) встречались избыточная масса тела и ожирение (30,0% обследованных) по сравнению с девушками (15,2%).

Таблица 2. Показатели физического развития юношей-студентов
Table 2. Indicators of physical development among young students

Признаки Measurements	Возраст, лет Age, years	М	m	σ	Min	Max
Длина тела, см/ Body height, cm	18	177,5	0,81	7,15	159,0	191,0
	19	179,9	0,52	7,10	165,0	200,0
	20	180,2	0,36	6,47	164,0	197,0
	21	180,0*	0,77	7,24	165,0	199,0
	18-21	179,8	0,27	6,84	159,0	200,0
Масса тела, кг/ Body mass, kg	18	68,3	2,06	16,25	44,0	128,0
	19	73,7	1,44	19,50	44,0	139,0
	20	78,1	1,02	18,44	45,0	142,0
	21	79,2*	2,09	19,7	44,0	129,0
	18-21	76,1	0,74	19,00	44,0	142,0
Обхват талии, см Waist circumference, cm	18	75,8	1,55	12,19	56,0	112,0
	19	76,8	0,95	12,82	59,0	117,0
	20	78,8	0,75	13,48	50,0	168,0
	21	80,7*	1,46	13,82	54,0	116,0
	18-21	78,24	0,52	13,2	50,0	168,0
Обхват бедер, см Hip circumference, cm	18	95,7	1,17	9,24	78,0	120,0
	19	96,3	0,82	11,12	74,0	133,0
	20	98,3	0,59	10,63	75,0	136,0
	21	99,3*	1,14	10,76	81,0	123,0
	18-21	97,6	0,42	10,7	74,0	136,0
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass ratio, kg/m ²	18	21,6	0,56	4,40	15,8	36,2
	19	22,7	0,42	5,72	15,4	40,6
	20	23,9	0,30	5,35	14,2	43,8
	21	24,4*	0,61	5,76	15,1	37,7
	18-21	23,5	0,21	5,48	14,2	43,8
Индекс: Обхват талии / Обхват бедер Waist circumference / Hip circumference ratio, %	18	0,79	0,009	0,007	0,66	1,08
	19	0,79	0,005	0,06	0,68	1,09
	20	0,80	0,005	0,09	0,61	2,15
	21	0,80	0,007	0,07	0,60	1,04
	18-21	0,79	0,003	0,08	0,60	2,15
Индекс Обхват талии / Длина тела Waist circumference / Body height ratio, %	18	0,40	0,008	0,066	0,32	0,59
	19	0,43	0,005	0,07	0,32	0,68
	20	0,44	0,004	0,08	0,28	0,95
	21	0,45	0,008	0,08	0,30	0,63
	18-21	0,43	0,003	0,07	0,28	0,95

Примечания. * – статистически значимые отличия между юношами 18 и 21 года, p<0,05.

Notes. * – all indices are statistically significant at p<0.05 for differences between boys aged 18-21.

Таблица 3. Показатели физического развития девушек-студенток
Table 3. Indicators of female students' physical development

Признаки Measurements	Возраст, лет Age, years	М	m	σ	Min	Max
Длина тела, см/ Body height, cm	18	165,5	0,53	5,06	155,0	177,0
	19	166,5	0,42	5,97	153,0	183,0
	20	166,3	0,33	6,07	152,0	185,0
	21	164,4	0,59	6,37	148,0	180,0
	18-21	165,9	0,22	6,07	147,0	185,0
Масса тела, кг/ Body mass, kg	18	59,5	1,04	9,90	43,0	92,0
	19	61,6	1,03	4,57	38,0	125,0
	20	59,4	0,60	10,85	38,0	98,0
	21	58,9	1,06	11,60	39,0	105,0
	18-21	59,9	0,44	12,00	38,0	125,0
Обхват талии, см Waist circumference, cm	18	70,1	0,93	8,87	52,0	103,0
	19	68,6	0,80	11,30	51,0	113,0
	20	66,6	0,46	8,41	51,0	107,0
	21	69,3	0,82	8,67	52,0	109,0
	18-21	67,9	0,35	9,48	51,0	113,0
Обхват бедер, см Hip circumference, cm	18	96,0	0,86	8,16	76,0	122,0
	19	96,5	0,72	10,2	77,0	146,0
	20	94,5	0,43	7,87	76,0	123,0
	21	96,2	7,50	8,21	76,0	130,0
	18-21	95,5	0,32	8,67	76,0	146,0
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass ratio, kg/m ²	18	21,8	0,39	3,71	16,0	34,8
	19	22,2	0,36	5,05	14,9	47,6
	20	21,5	0,21	3,78	14,9	35,9
	21	21,8	0,35	3,81	14,9	36,3
	18-21	21,8	0,15	4,16	14,9	47,6
Индекс: Обхват талии / Обхват бедер Waist circumference / Hip circumference ratio, %	18	0,73	0,008	0,08	0,62	1,25
	19	0,71	0,004	0,06	0,57	0,94
	20	0,70	0,002	0,05	0,59	0,96
	21	0,72	0,005	0,05	0,61	0,88
	18-21	0,71	0,002	0,06	0,57	1,25
Индекс Обхват талии / Длина тела Waist circumference / Body height ratio, %	18	0,42	0,006	0,06	0,31	0,61
	19	0,41	0,004	0,07	0,30	0,73
	20	0,40	0,002	0,05	0,31	0,63
	21	0,42	0,005	0,06	0,32	0,64
	18-21	0,41	0,002	0,06	0,30	0,73

Промежуточный тип жировоголожения выявлен у 78,2% студенток, гиноидный – у 4,6%, андройдный – у 17,2%. Индивидуальное распределение выявило центральное жировоеложение у 15,8% обследованных девушек.

Обсуждение

Юношеский период онтогенеза характеризуется завершением ростовых процессов и достижением дефинитивной длины тела. Результаты собственных исследований показали, что у юношей с 18 до 21 года, в отличие от девушек,

Таблица 4. Границы интервалов для оценки физического развития юношей, обучающихся в вузах Ярославской области
Table 4. Interval boundaries used to assess the physical development of young men studying at higher educational institutions in the Yaroslavl region

Признаки Measurements	Уровень физического развития Interval boundaries used to assess the physical development				
	M-3σ	M-2σ	M±σ	M+2σ	M+3σ
Длина тела, см/ Body height, cm	≤ 166,14	166,15-172,99	173,00-186,67	186,68-193,52	≥ 193,53
Масса тела, кг/ Body mass, kg	≤ 38,19	38,20-57,15	57,16-95,05	95,06-114,01	≥ 114,02
Обхват талии, см Waist circumference, cm	≤ 51,67	51,68-64,95	64,96-91,51	91,52-104,79	≥ 104,80
Обхват бедер, см Hip circumference, cm	≤ 76,20	76,21-86,91	86,92-108,34	108,35-119,05	≥ 119,06
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass ratio, kg/m ²	≤ 12,49	12,50-17,97	17,98-28,94	28,95-34,43	≥ 34,44
Индекс: Обхват талии / Обхват бедер Waist circumference / Hip circumference ratio, %	≤ 0,62	0,63-0,71	0,72-0,87	0,88-0,96	≥ 0,97
Индекс Обхват талии / Длина тела Waist circumference / Body height ratio, %	≤ 0,28	0,29-0,35	0,36-0,50	0,51-0,57	≥ 0,58

Таблица 5. Границы интервалов для оценки физического развития девушек, обучающихся в вузах Ярославской области
Table 5. Interval boundaries used to assess the physical development of young women studying at higher educational institutions in the Yaroslavl region

Признаки Measurements	Уровень физического развития Interval boundaries used to assess the physical development				
	M-3σ	M-2σ	M±σ	M+2σ	M+3σ
Длина тела, см/ Body height, cm	≤ 153,75	153,76-159,82	159,83-171,96	171,97-178,03	≥ 178,04
Масса тела, кг/ Body mass, kg	≤ 35,90	35,91-47,89	47,90-71,87	71,88-83,86	≥ 83,87
Обхват талии, см Waist circumference, cm	≤ 49,01	49,02-58,49	58,50-77,46	77,47-86,94	≥ 86,95
Обхват бедер, см Hip circumference, cm	≤ 78,12	78,13-86,79	86,80-104,14	104,15-112,81	≥ 112,82
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass ratio, kg/m ²	≤ 13,43	13,44-17,58	17,59-25,90	25,91-30,06	≥ 30,07
Индекс: Обхват талии / Обхват бедер Waist circumference / Hip circumference ratio, %	≤ 0,59	0,60-0,64	0,65-0,76	0,77-0,81	≥ 0,82
Индекс Обхват талии / Длина тела Waist circumference / Body height ratio, %	≤ 0,28	0,29-0,34	0,35-0,46	0,47-0,52	≥ 0,53

наблюдалось статистически значимое увеличение всех изученных тотальных размеров тела и периметров туловища.

Длина тела является наиболее стабильным из всех показателей физического развития,

отражая состояние пластических процессов в организме. В тоже время на тотальные размеры тела существенное влияние могут оказывать генетические (Година с соавт., 2009), климатогеографические (Лебедева, 2019) и другие факторы.

Таблица 6. Тотальные размеры тела юношей и девушек ЦФО
Table 6. Total body sizes of young men and women of the Central Federal District

Источник данных / Source	Область/ Region	Пол/Sex	Длина тела, см/ Body height, cm	Масса тела, кг/ Body mass, kg
Бутовская с соавт., 2024 Butovskaya et al., 2024	Тульская Tula	Мужской Male	177,9±6,29	74,3±13,55
		Женский Female	164,5±5,77	65,2±15,24
Захаров с соавт., 2022 Zakharov et al., 2022	Калужская Kaluga	Мужской Male	176,2±1,64	80,8±8,03
		Женский Female	164,5±0,84	61,5±2,08
Пермякова с соавт., 2022 Permyakova et al., 2022	Московская Moscow	Мужской Male	177,0±6,63	70,9±9,38
		Женский Female	164,7±5,58	58,7±9,74
Скоблина, Асташкевич, 2024 Skoblina, Astashkevich, 2024	Владимирская Vladimir	Мужской Male	177,9±0,87	–
		Женский Female	165,9±0,43	–
Соловьева, Алексеев, 2023 Solovyova, Alekseev, 2023	Брянская Bryansk	Мужской Male	170,9±0,30	77,0±0,50
		Женский Female	162,3±0,50	65,5±0,60
Филькина с соавт., 2024 Filkina et al., 2024	Ивановская Ivanovo	Мужской Male	176,9±0,78	68,9±1,21
		Женский Female	166,0±0,84	56,3±1,28
Черных с соавт., 2021 Chernykh et al., 2021	Курская Kursk	Мужской Male	176,1±0,29	65,2±0,24
		Женский Female	170,6±0,38	58,9±0,22

Сопоставление полученных данных по тотальным размерам тела юношей со сверстниками из других регионов Центрального федерального округа (анализировались данные за последние 5 лет) показало, что ярославские студенты являются самыми высокими среди сверстников (табл. 6).

Различия в значениях длины тела юношей варьировали от 1,9 до 8,9 сантиметров. Учитывая, что ярославская область располагается севернее по отношению к другим регионам Центрального федерального округа (ЦФО) можно предположить влияние климатогеографических условий. Кроме того, более высокие значения длины тела могут быть связаны с влиянием антропогенных факторов. Ярославль является крупным промышленным центром с градообра-

зующими предприятиями машиностроительной, нефтеперерабатывающей и химической промышленности. Их деятельность приводит к аккумуляции загрязнителей в гумусовом горизонте почвы, и, как указывают данные литературы, может оказывать стимулирующее влияние на ростовые процессы (Лыков с соавт., 2006).

В отличие от юношей ярославские девушки не являются самыми высокими по сравнению со сверстницами из близлежащих регионов. Возможно, это связано с более высокой устойчивостью женского организма к воздействию неблагоприятных факторов, в том числе антропогенного характера (Негашева с соавт., 2007). Длина тела ярославских девушек значительно не отличалась от таковой у студенток из других регионов ЦФО, в частности из Владимирской

(Скоблина, Асташкевич, 2024) и Московской (Пермякова с соавт., 2022) областей. Существенные отличия отмечены по сравнению с девушками из Брянской и Курской областей. Студентки естественно-географического факультета БГУ ниже на 3,6 см (Соловьева, Алексеев, 2023), а обучающиеся из г. Курска – выше на 4,7 см (Черных с соавт., 2021) ярославских девушек.

Масса тела – основной антропометрический показатель, отражающий развитие костно-мышечного аппарата, внутренних органов и подкожно-жировой клетчатки. Формирование массы тела происходит под влиянием генетических, средовых и поведенческих факторов (Поляков с соавт., 2017; Койносов с соавт., 2022; Роккина с соавт., 2021). Масса тела юношей Ярославской области превышает на 2 кг, а у девушек – ниже на 1,1 кг по сравнению с данными, полученными в ходе популяционного обследования населения Российской Федерации (Руднев с соавт., 2014), и имеет близкие значения со сверстниками из других регионов Центрального федерального округа (ЦФО).

Данные пропорциональности длины и массы тела юношей сходны с таковыми у жителей Тульской (Бутовская с соавт., 2024) и Московской (Пермякова с соавт., 2022) областей. Данные по пропорциональности студенток, обучающихся на территории Ярославской области, близки по значению с респондентами из московского исследования.

Сопоставление окружности талии юношей г. Ярославля с лицами, проживающими в других регионах РФ, установило, что значение антропометрического показателя ниже, чем у студентов из Самары (Кретьова с соавт., 2014), а также лиц юношеского периода онтогенеза, обследованных в рамках Всероссийского биоимпедансного обследования (Руднев с соавт., 2014). Окружность талии у девушек г. Ярославля имела сходные значения по сравнению с общероссийскими данными и полученными в ходе обследования студенток г. Самары (Руднев с соавт., 2014; Кретьова с соавт., 2014; Негашева с соавт., 2024).

У юношей г. Ярославля среднее значение окружности бедер составляло 96,2 см против 95,1 см по данным всероссийского обследования. Значение периметра туловища у девушек г. Ярославля – 95,5 см против 93,9 см у девушек г. Москвы (Руднев с соавт., 2014). Результаты в

обеих половых группах имели сходные значения со сверстниками из других регионов.

Индекс массы тела является первичным инструментом оценки состояния здоровья и предиктором развития хронических заболеваний (Khanna D, et al., 2022). Значение индекса у юношей г. Ярославля выше по сравнению со сверстниками из Москвы, Санкт-Петербурга и Саратовской областей (Руднев с соавт., 2014). Верхняя граница диапазона средних значений превышает нормальную массу тела по требованиям ВОЗ и составляет 28,9 кг/м². ИМТ девушек близок по значению с показателями, полученными в результате региональных исследований по областям Центрального федерального округа (ЦФО).

Несмотря на существование большого числа исследований, посвященных оценке индекса массы тела, работы по распространенности отклонений показателя от нормальных значений у студентов, проживающих на территории ЦФО, представлены фрагментарно. Среди ярославских юношей распространенность отклонений ИМТ от нормальных значений (дефицит массы тела, избыточная масса тела и ожирение) составила 49,3%, что сопоставимо с результатами, полученными при обследовании студентов г. Тамбова (Максинева с соавт., 2023) и на 9,3% превышает данные по юношам г. Воронежа (Тихомирова с соавт., 2021). При этом наиболее распространенными являются нарушения, связанные с увеличением массы тела. Среди ярославских девушек дефицит массы тела, избыточный вес и ожирение встречались в 32,4% случаев, это 4,4-5,6% реже, чем у сверстниц из г. Воронежа (Тихомирова с соавт., 2021) и г. Москвы (Умаров с соавт., 2022). Среди ярославских девушек нормальная масса тела регистрировалась значительно чаще по сравнению с юношами. В группе юношей в 2 раза чаще отмечались избыточный вес и ожирение. Повышенная масса тела у юношей может быть связана с преобладанием мышечного компонента (Кретьова с соавт., 2014), а более низкие значения у девушек – с влиянием психологических и поведенческих факторов, опосредующих развитие отклонений (Хафизова, Негашева, 2019).

Индекс массы тела не учитывает долю веса, которая приходится на мышечную или жировую массу, а также на характер распределения последней. Повышенные значения индекса талии-бедра позволяют оценить распределение

абдоминального жира и сформировать группы риска в зависимости от избыточной локализации жировой ткани. В среднем, значение индекса в группе девушек г. Ярославля ниже, чем у сверстниц Саратовской области (Кустова с соавт., 2022). Повышенному риску подвержены лица с андронидным типом ожирения (17,6% юношей и 17,2% девушек), поскольку отложение жира осуществляется в области брюшной полости, захватывает внутренние органы и может стать причиной висцерального ожирения, которое у мужчин ассоциировано со снижением уровня тестостерона (Бородкина с соавт., 2016). Для выявления центрального ожирения использовали индекс ОТ/ДТ. Показатель является более информативным по сравнению с ИМТ, поскольку выступает как предиктор абдоминального ожирения и применим для лиц с повышенным содержанием скелетно-мышечной массы. (Роккина с соавт., 2021). Среднегрупповое значение показателя у юношей и девушек г. Ярославля имело близкие значения с ровесниками из Москвы (Пермякова, 2022). Согласно полученным результатам, такой тип ожирения встречался у 18,3% юношей и 15,8% девушек.

Заключение

Антропометрическое обследование ярославской молодежи, проведенное в 2022-2024 гг. с привлечением сопоставимых источников литературы, позволило выявить региональные особенности физического развития юношей. У юношей, в отличие от девушек, между 18 и 21 годами тотальные размеры тела и периметры туловища продолжают нарастать, что свидетельствует о продолжении ростовых процессов в этот период.

Ярославские студенты являются самыми высокими среди сверстников из других регионов Центрального федерального округа (ЦФО). Различия в значениях длины тела варьировали от 1,9 до 8,9 сантиметров. Дефицит массы тела отмечен у 19,3% юношей и 17,2% девушек. Отклонения от диапазона нормальных значений индекса массы тела в сторону дефицита чаще встречались у ярославских юношей и реже у девушек по сравнению со сверстниками из других регионов ЦФО. Доля лиц мужского пола с избыточной массой тела и ожирением в 2 раза выше, чем среди лиц женского пола (30,0% и 15,2% соответственно).

На основе тотальных размеров тела, периметров туловища и индексов физического развития, полученных в результате антропометрического обследования ярославской молодежи в возрасте от 18 до 21 года, были сформированы оценочные таблицы, которые могут быть использованы в целях социально-гигиенического мониторинга.

Список литературы

- Авдеева М.С., Булдакова Н.В., Тулицына Е.Г., Кононец В.В., Тимофеева С.Н. Изучение физического развития и физических качеств мальчиков 7-8 лет с особенностями перинатального периода развития // Человек. Спорт. Медицина, 2023. Т. 23. № 2. С. 99-107.
- Бородкина Д.А., Груздева О.В., Квиткова Л.В., Барбараш О.Л. Можно ли назвать висцеральное ожирение ключевым фактором парадокса ожирения? // Проблемы эндокринологии, 2016. Т. 62. № 6. С. 33-39.
- Бутовская М.Л., Дронова Д.А., Ростовцева В.В. Показатели морфофункциональной адаптации современной молодежи из трех регионов мира: банту (Танзания), русские и буряты // Вестник Московского университета. Серия XXIII: Антропология, 2024. № 3. С. 35-48.
- Вьюшин С.Г., Викулов А.С. Физическое развитие студентов-первокурсников и необходимость его коррекции // Ярославский педагогический вестник, 2014. Т. 2. № 4. С. 119-122.
- Герасевич А.Н., Пархоц Е.Г. Динамика приростов показателей физического развития современных детей, подростков и молодежи // Актуальные вопросы антропологии, 2019. № 14. С. 254-270.
- Година Е.З., Пурунджан А.Л., Задорожная Л.В., Степанова А.В., Гилярова О.А. Влияние факторов среды на процессы роста и развития у человек // Этнос и среда обитания: сборник этноэкологических исследований к 85-летию В.И. Козлова, 2009. Т. 2. С. 186-210.
- Захаров М.Б., Романова А.Н., Лобода Н.Б., Ибрагимова Д.А. Морфофункциональные показатели взрослых студентов // Наукосфера, 2022. № 4-2. С. 7-11.
- Зиятдинов А.И., Мингазова Э.Н. Разработка стандартов физического развития студентов-медиков на основе исторически сложившихся традиций в регионе // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11326> (дата обращения: 10.10.2025).
- Зимица С.Н., Негашева М.А., Хафизова А.А. Секунлярная изменчивость физического развития молодежи как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины, 2020. Т. 28. № 6. С. 1314-1319.
- Калужный Е.А. Ауксологические аспекты антропометрических скринингов учащихся города и района Нижегородской области // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2017. № 3. С. 86-93.
- Калужный Е.А., Лавров А.И., Красникова Л.Н., Харитоновна Л.П. Разработка оценочных таблиц физического развития учащихся вуза // Ученые записки

Крымского инженерно-педагогического университета. Серия: Биологические науки, 2017. № 1. С. 80–83.

Койносов А.П., Койносов А.П., Ахматова Н.А., Орлов С.А., Ионина Е.В. Структурно-функциональная изменчивость соматотипа юношей и девушек с различной двигательной активностью // Медицинская наука и образование Урала, 2022. Т. 23. № 1 (109). С. 82–85.

Кокурин А.В., Шанкин А.А., Малышев В.Г., Кошелева О.А. Конституциональные особенности физической подготовленности студентов факультета физической культуры // Фундаментальные исследования, 2012. № 5 (1). С. 163–166.

Кротова И.Г., Ширяева О.И., Беляева О.И. Соматометрические показатели физического развития юношей и девушек 16–22 лет г. Самары: региональные особенности // Фундаментальные исследования, 2014. № 8–5. С. 1090–1094.

Кругликова Е.В., Айзман Р.И. Особенности рациона питания, физического развития и биохимических параметров крови студентов в зависимости от пола и национальности // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия, 2024. Т. 10. № 1. С. 131–144.

Кустова Ю.В., Буракова Е.П., Анисимова Е.А., Анисимов Д.И., Челнокова Н.О. с соавт. Изменчивость антропо- и биоимпедансометрических параметров женщин при гиноидном типе распределения жировой ткани // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки, 2022. № 2 (62). С. 124–134.

Лебедева Л.С. О факторах географической дифференциации роста (длины тела) населения России. // Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2019. № 4. С. 24–32.

Лыков И.Н., Шестакова Г.А., Клименко Е.А. Оценка воздействия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами на физическое развитие и состояние функциональных систем организма подростков // Экология человека, 2006. № 4. С. 10–15.

Максинева Д.В., Фролова Е.А., Зрютина А.В., Годдаге П.П. Типологические особенности жирового компонента массы тела у студентов медицинского института г. Тамбова // Тенденции развития науки и образования, 2023. № 97–9. С. 64–69.

Мингазова Э.Н., Мустафаева З.М., Шегай М.М., Валеев В.В., Мингазов Р.Н. Анализ факторов риска здоровью детей и мониторинг закономерностей их физического развития как меры по улучшению показателей здоровья детского населения // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко, 2023. № 1. С. 41–45.

Мишечкин М.М., Чаиркин И.Н., Юртайкина М.Н., Чаиркина Е.И., Боков К.В. Анатомо-функциональные и соматотипологические особенности девушек-студенток юношеского возраста Республики Мордовии с учетом этнической принадлежности // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки, 2021. № 3(59). С. 99–110.

Негашева М.А., Михайленко В.П., Корнилова В.М. Разработка нормативов физического развития юношей и девушек 17–18 лет. // Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского, 2007. № 1. С. 68–73.

Негашева М. А., Филатова О.В., Воронина И.Ю., Куцева Е.В., Синева И.М. Секулярный тренд показателей телосложения и разработка региональных стандартов физического развития студенческой молодежи Алтайского края (г. Барнаул) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2024. № 3. С. 16–34.

Негашева М. А., Хафизова А.А., Зимина С.Н., Синева И.М. Влияние социально-экономических и экологических факторов на секулярные изменения размеров тела современной молодежи (пилотное исследование на примере московской популяции) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2020. № 2. С. 87–107.

Николаев В.Г., Синдеева Л.В., Николенко В.Н., Казакова Г.Н., Гурьева А.Б. Особенности физического развития женщин различных климатогеографических зон Российской Федерации // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19999> (дата обращения: 10.10.2025).

Отдельнова К.А. Определение необходимого числа наблюдений в социально-гигиенических исследованиях // Сборник трудов 2-го ММИ, 1980. Т. 150. № 6. С. 18–22.

Пермякова Е.Ю., Бацевич В.А., Красильникова В.А., Зимина С.Н., Хафизова А.А. Сравнение морфофункциональной адаптации студенческой молодежи г. Кызыла и г. Москвы (в разных этнико-экологических условиях) // Новые исследования Тувы, 2022. № 1. С. 237–252.

Поляков А.А., Сорокина А.В., Гигуз Т.Л., Богачанов Н.Д. Особенности морфофункционального статуса школьников, сформировавшегося в процессе адаптации к изменяющимся социально-экономическим условиям // Медицина труда и экология человека, 2017. № 1(9). С. 73–78.

Роккина А.Н., Праведникова А.Э., Шидловский Ю.В., Попова Е.В., Задорожная Л.В. с соавт. Индексы подкожного и висцерального жировотложения и их связь с комплексом эндогенных и экзогенных факторов в группе взрослого населения Республики Алтай // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология, 2021. Т. 76. № 1. С. 33–40.

Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А., Николаев Д.В., Старунова О.А. с соавт. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М., 2014. 493 с.

Сергеев В.Н., Герасименко М.Ю., Шарафетдинов Х.Х., Исаев В.А., Петухов А.Б. с соавт. Клинические рекомендации. Применение диетического и функционального питания в лечебно-профилактических и реабилитационных программах. М., 2015. 80 с.

Скоблина Н.А., Асташкевич Е.В. Анализ ростовых процессов у обучающихся 17–18 лет // Национальный вестник медицинских ассоциаций, 2024. Т. 1. № 1. С. 7–10.

Соловьева И.С., Алексеев И.В. Характеристика соматического здоровья студентов университета // Ученые записки Брянского государственного университета, 2023. № 4 (32). С. 34–39.

Старкова В.А., Леонова А.В., Шестера А.А. Куку П. Ф., Каерова Е. В. с соавт. Особенности физического развития современных студентов // Проблемы

социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины, 2022. Т. 30. № 4. С. 574-579.

Тихомирова А.П., Тихомиров В.Р., Дзень Н.В. Проблемы веса тела в современном мире: к вопросу о различиях самооценки веса среди мужчин и женщин // Молодежный инновационный вестник, 2021. Т. 10. № 1S. С. 496-499.

Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Ключкова С.В., Алексеева Н.Т., Погонченкова И.В. с соавт. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике: методические рекомендации. М.: Спорт, 2018. 64 с.

Тятенкова Н.Н., Аминова О.С., Уварова Ю.Е. Физическое развитие молодежи Ярославской области // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30230> (дата обращения: 10.10.2025).

Умаров М.М., Цеменовский М.А., Маслюков А.В., Винюкова Е.А., Расчетин Г.А. с соавт. Анализ исследования физического развития студентов с помощью соматометрических методик измерений // Обзор педагогических исследований, 2022. Т. 4. № 5. С. 72-76.

Филькина О.М., Воробьева Е.А., Долотова Н.В., Кочерова О.Ю., Бобошко А.В. с соавт. Региональные особенности динамики физического развития подростков 15–17 лет за последние 30 лет // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 9. С. 91–98.

Хафизова А.А., Негашева М.А. Влияние особенностей телосложения юношей и девушек на самооценку внешности и неудовлетворенность своим телом // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2019. №3. С. 25-41.

Черных А.М., Кремлева А.С., Белова А.И. Мониторинг физического развития школьников города Курска в динамике двадцати лет наблюдения // Российский вестник гигиены, 2021. № 1. С. 42-46.

Khanna D., Peltzer C., Kahar P, Parmar M.S. Body Mass Index (BMI): A Screening Tool Analysis. *Cureus*, 2022, 14 (2), e22119. <https://doi.org/10.7759/cureus.22119>. PMID: 35308730; PMCID: PMC8920809

References

Avdeeva M.S., Buldakova N.V., Tupicyna E.G., Konec V.V., Timofeeva S.N. The study of physical development and physical qualities of boys aged 7-8 years with the peculiarities of the perinatal period of development. *Human. Sport. Medicine*, 2023, 23 (2), pp. 99-107. (In Russ.)

Borodkina D.A., Gruzdeva O.V., Kvitkova L.V., Barbarash O.L. Can visceral obesity be called a key factor in the obesity paradox? *Problems of endocrinology*, 2016, 62 (6), pp. 33-39. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/probl201662633-39>

Butovskaya M.L., Dronova D.A., Rostovtseva V.V. Indicators of morphofunctional adaptation of modern youth from three regions of the world: Bantu (Tanzania), Russians and Buryats. *Lomonosov Journal of Anthropology (Moscow University Anthropology Bulletin)*, 2024, 3, pp. 35-48. (In Russ.). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-3-3>

Chernykh A.M., Kremleva A.S., Belova A.I. Monitoring the physical development of Kursk schoolchildren over the course of twenty years of observation. *Russian Bulletin of Hygiene*, 2021, 1, pp. 42-46. (In Russ.). <https://doi.org/10.24075/rbh.2021.008>

Filkina O.M., Vorobyeva E.A., Dolotova N.V., Kocherova O.Yu., Boboshko A.V. et al. Regional features of the dynamics of physical development of adolescents aged 15-17 years over the past 30 years. *Population health and habitat*, 2024, 32, 9, pp. 91-98. (In Russ.). <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-9-91-98>

Gerasevich A.N., Parkhoc E.G. Dynamics of increases in indicators of physical development of modern children, adolescents and youth. *Actual issues of Anthropology*, 2019, 14, pp. 254-270. (In Russ.)

Godina E.Z., Purundzhan A.L., Zadorozhnaya L.V., Stepanova A.V., Gilyarova O.A. Influence of environmental factors on human growth and development processes. *Ethnos and habitat: collection of ethnoecological studies dedicated to the 85th anniversary of V.I. Kozlov*, 2009, 2, pp. 186-210. (In Russ.)

Kalyuzhnyj E. A. Auxological aspects of anthropometric screenings of students of the city and district of the Nizhny Novgorod region. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2017, 3, pp. 86-93. (In Russ.)

Kalyuzhnyj E.A., Lavrov A.I., Krasnikova L.N., Kharitonova L.P. Development of evaluation tables of physical development of university students. *Scientific notes of the Crimean Engineering Pedagogical University. Ser.: Biological Sciences*, 2017, 1, pp. 80-83. (In Russ.)

Khafizova A.A., Negasheva M.A. The influence of body characteristics of boys and girls on self-assessment of appearance and dissatisfaction with their bodies. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2019, 3, pp. 25-41. (In Russ.)

Khanna D., Peltzer C., Kahar P, Parmar M.S. Body Mass Index (BMI): A Screening Tool Analysis. *Cureus*, 2022, 14 (2), e22119. <https://doi.org/10.7759/cureus.22119>. PMID: 35308730; PMCID: PMC8920809

Kojnosov A.P., Kojnosov A.P., Akhmatova N.A., Orlov S.A., Ionina E.V. Structural and functional variability of the somatotype of boys and girls with different motor activity. *Medical Science and Education of the Ural*, 2022, 23 (1-109), pp. 82-85. (In Russ.). <https://doi.org/10.36361/1814-8999-2022-23-1-82-85>

Kokurin A.V., Shankin A.A., Malyshev V.G., Kosheleva O.A. Constitutional features of physical fitness of students of the Faculty of Physical Culture. *Fundamental Research*, 2012, 5 (1), pp. 163-166. (In Russ.)

Kretova I.G., Shiryaeva O.I., Belyaeva O.I. Somatometric indicators of physical development of boys and girls aged 16-22 in Samara: regional features. *Fundamental Research*, 2014, 8 (5), pp. 1090-1094. (In Russ.)

Kruglikova E.V., Ajzman R.I. Features of the diet, physical development and biochemical parameters of the blood of students depending on gender and nationality. *Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*, 2024, 10 (1), pp. 131-144. (In Russ.). <https://doi.org/10.29039/2413-1725-2024-10-1-131-144>

Kustova Yu.V., Burakova E.P., Anisimova E.A., Anisimov D.I., Chelnokova N.O. et al. Variability of anthropo- and bioimpedance parameters of women with gynoid type of adipose tissue distribution. *News of higher educational institutions. The Volga region. Medical Sciences*, 2022, 2 (62), pp. 124-134. (In Russ.). <https://doi.org/10.21685/2072-3032-2022-2-13>

- Lebedeva L.S. About the factors influencing the geographical differentiation of body height among Russian population. *Lomonosov Geography Journal*, 2019, 4, pp. 24-32. (In Russ.).
- Lykov I.N., Shestakova G.A., Klimentko E.A. Assessment of the impact of environmental pollution by heavy metals on the physical development and functional systems of adolescents. *Human Ecology*, 2006, 4, pp. 10-15. (In Russ.).
- Maksinev D.V., Frolova E.A., Zryutina A.V., Godage P.P. Typological features of the fat component of body weight in students of the Tambov Medical Institute. *Trends in the development of science and education*, 2023, 97-9, pp. 64-69. (In Russ.). <https://doi.org/10.18411/trnio-05-2023-490>
- Mingazova E.H.N., Mustafaeva Z.M., Shegaj M.M., Valeev V.V., Mingazov R.N. Analysis of risk factors for children's health and monitoring of patterns of their physical development as measures to improve the health of the child population. *Bulletin of the National Scientific Research Institute of Public Health named after N.A. Semashko*, 2023, 1, pp. 41-45. (In Russ.). <https://doi.org/10.25742/NRIPH.2023.01.007>
- Mishechkin M.M., Chairkin I.N., Yurtajkina M.N., Chairkina E.I., Bokov K.V. Anatomical, functional and somatotypological features of female students of the adolescent age of the Republic of Mordovia, taking into account ethnicity. *News of higher educational institutions. The Volga region. Medical Sciences*, 2021, 3 (59), pp. 99-110. (In Russ.). <https://doi.org/10.21685/2072-3032-2021-3-10>
- Negasheva M.A., Mikhailenko V.P., Kornilova V.M. Development of standards of physical development of boys and girls aged 17-18. *Pediatrics. The G.N. Speransky Journal*, 2007, 1, pp. 68-73. (In Russ.).
- Negasheva M. A., Filatova O.V., Voronina I.YU., Kuceva E.V., Sineva I.M. The secular trend of body composition indicators and the development of regional standards for the physical development of students in the Altai Territory (Barnaul). *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2024, 3, pp. 16-34. (In Russ.).
- Negasheva M. A., Khafizova A.A., Zimina S.N., Sineva I.M. The influence of socio-economic and environmental factors on secular body size changes in modern youth (a pilot study using the example of the Moscow population). *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2020, 2, pp. 87-107. (In Russ.).
- Nikolaev V.G., Sindeeva L.V., Nikolenko V.N., Kazakova G.N., Gur'eva A.B. Features of physical development of women in various climatogeographic zones of the Russian Federation. *Modern problems of science and education*, 2020, 5. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=19999>. Accessed 10.10.2025. (In Russ.).
- Otdel'nova K.A. Determination of the required number of observations in socio-hygienic research. *Proceedings of the 2nd Moscow Institute of Medical Sciences*, 1980, 150 (6), pp.18–22. (In Russ.).
- Permyakova E.Yu., Batsevich V.A., Krasilnikova V.A., Zimina S.N., Khafizova A.A. Comparison of morphofunctional adaptation of student youth in Kyzyl and Moscow (in different ethnic and ecological conditions). *The New Research of Tuva*, 2022, 1, pp. 237-252. (In Russ.). <https://doi.org/10.25178/nit.2022.1.16>
- Polyakov A.Ya., Sorokina A.V., Giguz T.L., Bogachanov N.D. Features of the morphofunctional status of schoolchildren formed in the process of adaptation to changing socio-economic conditions. *Occupational Medicine and Human Ecology*, 2017, 1 (9), pp. 73-78. (In Russ.).
- Rokkina A.N., Pravodnikova A.E., Shidlovsky Yu.V., Popova E.V., Zadorozhnaya L.V. et al. Subcutaneous and visceral fat deposition indices and their relationship to a complex of endogenous and exogenous factors in the adult population of the Altai Republic. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 16. Biologiya*, 2021, 76, 1, pp. 33-40.
- Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A. et al. *Bioimpedance study of the body composition of the Russian population*. Moscow, 2014, 493 p. (In Russ.).
- Sergeev V.N., Gerasimenko M.Yu., Sharafetdinov Kh.Kh., Isaev V.A., Petukhov A.B. et al. *Clinical recommendations. The use of dietary and functional nutrition in therapeutic, preventive and rehabilitation programs*. Moscow, 2015, 80 p. (In Russ.).
- Skoblina N.A., Astashkevich E.V. Analysis of growth processes in students aged 17-18. *National Bulletin of Medical Associations*, 2024, 1, 1, pp. 7-10. (In Russ.).
- Solovyova I.S., Alekseev I.V. Characteristics of somatic health of university students. *Scientific notes of Bryansk State University*, 2023, 4 (32), pp. 34-39. (In Russ.).
- Starkova V.A., Leonova A.V., Shestera A.A. Kiku P. F., Kaerova E. V. et al. Features of physical development of modern students. *Problems of social hygiene, healthcare and the history of medicine*, 2022, 30 (4), pp. 574-579. (In Russ.).
- Tikhomirova A.P., Tikhomirov V.R., Zen N.V. Problems of body weight in the modern world: on the issue of differences in self-assessment of weight among men and women. *Youth Innovation Bulletin*, 2021, 10, 1S, pp. 496-499. (In Russ.).
- Tutel'yan V.A., Nikityuk D.B., Klochkova S.V., Alekseeva N.T., Pogonchenkova I.V. et al. *The use of the method of complex anthropometry in sports and clinical practice: methodological recommendations*. Moscow, Sport Publ., 2018, 64 p. (In Russ.).
- Tyatenkova N.N., Aminova O.S., Uvarova Yu.E. Physical development of youth of the Yaroslavl region. *Modern problems of science and education*, 2020, 5. (In Russ.) Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30230>. Accessed 10.10.2025. <https://doi.org/10.17513/spno.30230>
- Umarov M.M., Tsemenovskiy M.A., Maslyukov A.V., Vinyukova E.A., Raschet G.A. et al. Analysis of the study of students' physical development using somatometric measurement techniques. *Review of pedagogical Research*, 2022, 4 (5), pp. 72-76. (In Russ.).
- V'yushin S.G., Vikulov A.S. Physical development of first-year students and the need for its correction. *Yaroslavl Pedagogical Bulletin*, 2014, 2 (4), pp. 119-122. (In Russ.).
- Zakharov M.B., Romanova A.N., Loboda N.B., Ibragimova D.A. Morphofunctional indicators of adult students. *Naukosphere*, 2022, 4-2, pp. 7-11. (In Russ.).
- Ziatdinov A.I., Mingazova E.N. Development of standards of physical development of medical students based on historically established traditions in the region. *Modern problems of science and education*, 2013, 6. Available at:

<https://science-education.ru/ru/article/view?id=11326>.
Accessed 10.10.2025. (In Russ.).

Zimina S.N., Negasheva M.A., Khafizova A.A. Secular variability of physical development of youth as a risk factor for cardiovascular diseases. *Problems of social hygiene, healthcare and the history of medicine*, 2020, 28 (6), pp. 1314-1319. (In Russ.).

Bragina Aleksandra Mihailovna, postgraduate student;
P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl,
Russian Federation
krupsasha18@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9833-7829>

Tyatenkova Natalia Nikolaevna, professor, Ph.D., D.Sci.;
P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl,
Russian Federation
tyat@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8934-9986>

Информация об авторах/ Information about the authors

Брагина Александра Михайловна, аспирант;
Ярославский государственный университет им.
П.Г. Демидова, Ярославль, Российская Федерация
krupsasha18@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9833-7829>

Тятенкова Наталья Николаевна, профессор, д.б.н.;
Ярославский государственный университет им.
П.Г. Демидова, Ярославль, Российская Федерация
tyat@bk.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8934-9986>

Поступила в редакцию 13.10.2025.
Получена после доработки 11.11.2025.
Принята к публикации 11.11.2025.

Received 13.10.2025.
Revised 11.11.2025.
Accepted 11.11.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-7>

УДК/UDC 572.5; 7

Методические вопросы биоимпедансного анализа: сопоставимость оборудования и влияние электродов на результат измерений

С.Г. Руднев ¹✉, А.В. Анисимова ², Е.З. Година ³, Л.В. Задорожная ³, Е.Ю. Пермякова ³,
И.А. Хомякова ³, А.Г. Сипатрова ⁴, А.В. Зубко ⁵

¹ Институт вычислительной математики имени Г.И. Марчука Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

² Институт биологии гена Российской академии наук, Москва, Российская Федерация

³ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

⁴ Независимый исследователь

⁵ Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Министерства здравоохранения России, Москва, Российская Федерация

✉ rdnv2019@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Различия биоимпедансного оборудования и электродов, методик измерений и встроенных алгоритмов обработки данных ставят под сомнение согласованность получаемых оценок состава тела. Цель исследования – анализ сопоставимости данных биоимпедансных измерений при использовании различных биоимпедансных анализаторов и электродов, в том числе применяемых в российских центрах здоровья.

Материал и методы. Проводились биоимпедансные измерения 20 взрослых добровольцев (10 женщин и 10 мужчин) в возрасте от 21 года до 54 лет с использованием четырёх инструментов: ABC-01 «Медасс» (ООО НТЦ «Медасс», Москва), Диамант-АИСТ (ООО «Диамант», Санкт-Петербург), прототипа биоимпедансного анализатора в составе аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» с кардиоусилителем ЭК6Ц-03-«КАРДи2/4» (ООО «МКС», Москва, Зеленоград) и Tanita MC-780MA (Tanita, Япония). При измерениях анализатором ABC-01 «Медасс» использовали восемь типов одноразовых биоадгезивных электродов: Ambu White Sensor 0415M (Ambu, Дания), Bianostic AT (Data Input, Германия), Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Италия), F9049/RU2234TAV (FIAB, Италия), Schiller biotabs 23×34 мм (Schiller, Швейцария), Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Австрия), Top Trace MedTab (Ceracarta, Италия), 2100 Swaro-tab (Tyrolmed, Австрия). При измерениях анализаторами Диамант-АИСТ и Здоровье-Экспресс использовали по два типа многоразовых электродов – производства ООО «Диамант» и ООО «МКС». Электрические свойства биоадгезивных электродов оценивали на основе сэндвич-теста. Сравнение данных, полученных при измерении добровольцев с использованием различных биоимпедансных анализаторов и электродов, выполняли на основе критерия знаковых рангов Вилкоксона для парных наблюдений и однофакторного дисперсионного анализа при пороговом уровне значимости $p=0,05$.

Результаты и обсуждение. Проведённое исследование выявило наличие значимых межинструментальных различий биоэлектрических параметров и оценок состава тела. Максимальные различия средних значений признаков между анализаторами ABC-01 «Медасс», Диамант-АИСТ и Tanita MC-780MA для тощей и жировой массы составили 2,8 кг для мужчин и 2,2 кг для женщин, а для процентного содержания жира в массе тела – 3,9% для мужчин и 3,7% для женщин. Для прототипа анализатора состава тела Здоровье-Экспресс наблюдались существенные отклонения оценок состава тела от оценок, полученных с использованием анализаторов других типов. Данные биоимпедансных измерений анализатором ABC-01 «Медасс» с использованием наиболее часто применяемых в российских центрах здоровья типов одноразовых биоадгезивных электродов были хорошо согласованы между собой несмотря на широкую вариацию их электрических свойств (собственный импеданс электродов был в диапазоне от 96,8 Ом для 2100 Swaro-tab до 694,3 Ом для Eurotrode PFR2034). В сравнении с эталонными

электродами Vianostic AT, собственный импеданс которых составил 18,9 Ом, в подгруппах женщин и мужчин наблюдалось небольшое, но значимое завышение фазового угла (в среднем, на 0,15 градуса), а в подгруппе мужчин – также небольшое, но значимое завышение тощей и занижение жировой массы (в среднем, на 0,3-0,4 кг). При сравнении многоцветных электродов от ООО «Диамант» и ООО «МКС» значимых различий биоэлектрических параметров и оценок состава тела в группе обследованных не выявлено.

Заключение. Для прямого сопоставления результатов измерений с использованием различных биоимпедансных анализаторов необходима их предварительная взаимная калибровка. Данные, получаемые в центрах здоровья при измерениях анализатором ABC-01 «Медасс» с использованием рассмотренных типов одноразовых электродов при условии соблюдения методики измерений, можно объединять и анализировать совместно. Многоцветные электроды для биоимпедансных измерений производства ООО «Диамант» и ООО «МКС» практически взаимозаменяемы.

Ключевые слова: биологическая антропология; биоимпеданс; биоимпедансное оборудование; биоимпедансометрия; электроды; состав тела; фазовый угол

Финансирование. Исследование было выполнено в ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России в рамках проекта Российского научного фонда № 20-15-00386 (рук. В.И. Стародубов).

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова (Година Е.З., Задорожная Л.В., Хомякова И.А., Пермякова Е.Ю.). Авторы благодарят руководство и сотрудников ООО «Медицинские компьютерные системы» (г. Зеленоград), и лично И.С. Решетникова и Д.А. Прилуцкого, за помощь в организации и проведении исследования.

Для цитирования: Руднев С.Г., Анисимова А.В., Година Е.З., Задорожная Л.В., Пермякова Е.Ю., Хомякова И.А., Сипатрова А.Г., Зубко А.В. Методические вопросы биоимпедансного анализа: сопоставимость оборудования и влияние электродов на результат измерений // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 85-103. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-7>

Methodological issues of bioimpedance analysis: comparability of instruments and the impact of electrodes on measurement outcomes

Sergey G. Rudnev ¹✉, Anna V. Anisimova ², Elena Z. Godina ³, Lyudmila V. Zadorozhnaya ³, Ekaterina Yu. Permiakova ³, Irina A. Khomyakova ³, Anastasia G. Sipatrova ⁴, Aleksandr V. Zubko ⁵

¹ Marchuk Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

² Institute of Gene Biology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

⁴ Independent researcher

⁵ Russian Research Institute of Health, Moscow, Russian Federation

✉ rdnv2019@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The differences between bioimpedance instruments, electrodes, measurement techniques, and data processing algorithms raise questions about the consistency of bioimpedance data and body composition estimates. This study aims to compare the results of measurements taken with various bioimpedance devices and electrode types, including those used in Russian health centers.

Material and methods. Bioimpedance measurements were conducted on 20 adult volunteers, 10 women and 10 men, aged between 21 and 54 years. Four instruments were used in the study: ABC-01 "Medas" (SRC Medas, Moscow), Diamant-AIST (Diamant LLC, St.

Petersburg), the prototype bioimpedance analyzer as part of the "Zdorovye-Express" hardware and software system with EK6C-03-"CARDi2/4" cardio amplifier (Medical Computer Systems LLC, Moscow, Zelenograd) and Tanita MC-780MA (Tanita, Japan). Eight types of disposable electrodes were used with the ABC-01 "Medas" instrument: Ambu White Sensor 0415M (Ambu, Denmark), Bianostic AT (Data Input, Germany), Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Italy), F9049 / RU2234 TAB (FIAB, Italy), Schiller Biotabs 23x34 mm (Schiller, Switzerland), Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Austria), TopTrace MedTab (Ceracarta, Italy), and 2100 Swaro-tab (Tyrolmed, Austria). Two types of reusable electrodes, manufactured by Diamant LLC and Medical Computer Systems (MCS) LLC, were used with the Diamant-AIST and Zdorovye-Express instruments. Electric properties of the bioadhesive electrodes were assessed using a sandwich test. A comparison of the data obtained from volunteers using different bioimpedance instruments and electrodes was conducted using the Wilcoxon signed rank test for paired observations, as well as one-way analysis of variance, with a significance level set at $p=0.05$.

Results and discussion. Our study showed the presence of significant inter-instrument differences in bioelectrical parameters and body composition estimates. The maximum difference in the average value of fat-free mass and body fat between the ABC-01 "Medas", Diamant-AIST and Tanita MC-780MA instruments was 2.8 kg for men and 2.2 kg for women, whereas for the percentage body fat it was 3.9% for men and 3.7% for women. There were also significant deviations in body composition estimates obtained with the Zdorovye-Express analyzer compared to estimates from the other instruments. The BIA measurements data using the ABC-01 "Medas" instrument and the types of disposable bioadhesive electrodes commonly used in Russian Health Centers were in good agreement, despite the wide variation in electrical properties of the electrodes (their intrinsic impedance ranged from 96.8 ohm for 2100 Swaro-tab to 694.3 ohm for Eurotrode PFR2034). However, compared to the reference Bianostic AT electrodes, which had an intrinsic impedance of 18.9 ohm, the subgroups of women and men showed an average overestimation of 0.15 degrees in phase angle, while the subgroup of men also showed an overestimation in fat-free mass and an underestimation in fat mass, averaging between 0.3 and 0.4 kilograms. When comparing the reusable electrodes from Diamant LLC and MCS LLC, there were no significant differences in the bioelectrical parameters or body composition estimates in the study group.

Conclusion. To directly compare the results of measurements from different BIA instruments, their preliminary mutual calibration is necessary. The bioimpedance data obtained in Russian Health Centers using the ABC-01 "Medas" instrument and the specified types of disposable bioadhesive electrodes can be combined and analyzed together subject to the measurement procedure being followed. The reusable electrodes for bioimpedance measurements produced by Diamant LLC and Medical Computer Systems LLC are effectively interchangeable.

Keywords: biological anthropology; bioimpedance; bioimpedance instruments; bioimpedance examination technique; electrodes; body composition; phase angle

Funding. The study was performed at the Federal State Budgetary Institution "RIH" ("Russian Research Institute of Health") of the Ministry of Health of the Russian Federation within the framework of the Russian Science Foundation project No. 20-15-00386 (directed by V.I. Starodubov).

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University (Godina E.Z., Zadorozhnaya L.V., Khomyakova I.A., Permiakova E.Yu.). The authors would like to thank the management and staff of Medical Computer Systems LLC (Zelenograd), and personally I.S. Reshetnikov and D.A. Prilutsky, for their help in organizing and conducting the study.

For citation: Rudnev S.G., Anisimova A.V., Godina E.Z., Zadorozhnaya L.V., Permiakova E.Yu., Khomyakova I.A., Sipatrova A.G., Zubko A.V. Methodological issues of bioimpedance analysis: comparability of instruments and the impact of electrodes on measurement outcomes. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 85-103. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-7>

Введение

Наиболее распространённым скрининговым методом оценки состава тела в биологических и медицинских исследованиях в настоящее время является биоимпедансный анализ – сравнительно простой и надёжный неинвазивный метод, обладающий меньшей в сравнении с антропометрией зависимостью результатов измерений от квалификации исследователя. Наличие многочисленных данных биоимпедансных измерений во многих странах мира привело к появлению проекта разработки международной базы данных биоимпедансометрии с целью их объединения и совместного использования (Silva et al., 2023). Вместе с тем известно, что результаты таких измерений могут существенно варьировать между разными анализаторами ввиду различий способов измерения, применения разных частот переменного тока, электродных систем и формул для оценки состава тела (Сипатрова с соавт., 2023; Ward, 2009; Tinsley et al., 2020; Bennett et al., 2024). Другой потенциальной причиной вариативности данных является использование различных типов одноразовых биоадгезивных электродов (Nescolarde et al., 2016; Dupertuis et al., 2022). В России основным источником массовых данных биоимпедансных измерений являются центры здоровья, где, в основном, применяются отечественные анализаторы состава тела производства ООО «Диамант» (г. Санкт-Петербург) и ООО НТЦ «Медасс» (г. Москва). С первыми обычно используются многоразовые электроды собственной разработки, а со вторыми – одноразовые биоадгезивные электроды различных наименований. По нашей оценке, в 2010-2019 гг. в центрах здоровья до 90% измерений анализаторами ABC-01 и ABC-02 «Медасс» было выполнено с одноразовыми электродами F9049 (FIAB, Италия) и Schiller biotabs 22×34 mm (Schiller, Швейцария); кроме того, применялись, в порядке убывания частоты, электроды Top Trace Medtab (Ceracarta, Италия), Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Австрия), Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Италия) и другие (Rudnev et al., 2022). Различия биоимпедансного оборудования и электродов, методик измерений и встроенных алгоритмов обработки данных ставят под сомнение сопоставимость получаемых оценок состава тела.

Цель исследования – анализ сопоставимости данных биоимпедансных измерений при

использовании различных биоимпедансных анализаторов и электродов, в том числе применяемых в российских центрах здоровья.

Материалы и методы

На базе ООО «МКС» (Москва, Зеленоград) в ноябре 2020 года проводилось обследование 20 здоровых добровольцев (10 женщин и 10 мужчин) в возрасте от 21 года до 54 лет. Биоимпедансные измерения являлись частью более общей программы измерений, включающей антропометрическое обследование по стандартной методике (Бунак, 1941; Негашева, 2017) с измерением жировых складок, используемых для оценки соматотипа по схеме Хит-Картера (Carter, Heath, 1990) тремя различными типами калиперов и скользящим циркулем (Пермякова с соавт., 2021). При подготовке к обследованию испытуемые соблюдали нормальный режим сна и бодрствования, накануне и в день измерений избегали интенсивных физических упражнений и не принимали алкогольные напитки, в день измерений не курили и не пили кофе.

Массу тела (МТ) определяли на напольных медицинских весах Seca 285 (Seca, Германия), длину тела (ДТ) – с использованием антропометра GPM (DKSH, Швейцария), а обхватные размеры тела – пластиковой сантиметровой лентой Hoehchst mass (Германия). Остальные размерные признаки определяли с использованием антропометрических инструментов GPM. Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) как отношение массы тела к квадрату длины тела ($\text{кг}/\text{м}^2$).

Выполняли измерения каждого обследованного четырьмя биоимпедансными анализаторами в следующей последовательности: Tanita MC-780MA (Tanita, Япония), прототипом биоимпедансного анализатора в составе аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» с кардиоусилителем ЭК6Ц-03-«КАРДи2/4» (ООО «Медицинские компьютерные системы», Москва, Зеленоград), Диамант-АИСТ (ООО «Диамант», Санкт-Петербург) и ABC-01 «Медасс» (ООО НТЦ «Медасс», Москва).

Измерения на весах-анализаторе Tanita MC-780MA (Tanita, Япония) выполняли по стандартной методике в положении стоя с измерением биоэлектрических параметров и оценкой параметров состава тела на основе встроенных алгоритмов обработки данных (Available at: <https://guidebaze.com/document/686695/>

tanita-mc-780ma-fitness-equipment-28.html. Accessed: 09.06.2025). Указанное устройство имеет постоянную электродную систему, встроенную в платформу весов и поручни анализатора, а измерения проводятся на частотах переменного тока 5, 50 и 250 кГц по полисегментной схеме. Фазовый угол импеданса рассчитывали в градусах как умноженный на $180^\circ/\pi$ арктангенс отношения реактивного (X_{50}) и активного (R_{50}) сопротивлений при измерении на правой стороне тела (между правой кистью и правой стопой) на частоте 50 кГц. Для нивелирования влияния напольных весов анализатора на результаты последующих сравнений жировую массу (ЖМ) рассчитывали как разность значений МТ, измеренных на напольных медицинских весах Seca 285 (Seca, Германия), и биоимпедансной оценки тощей массы (ТМ). Процентное содержание жира в массе тела (%ЖМ) вычисляли по формуле $\%ЖМ = ЖМ/МТ \times 100\%$.

Измерения на основе прототипа биоимпедансного анализатора в составе аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» (ООО «МКС», Москва, Зеленоград) (Аппаратно-программный комплекс «Здоровье-Экспресс», URL: <https://mks.ru/product/zdex/>, дата обращения – 09.06.2025) с кардиосулителем ЭКБЦ-03-«КАРДи2/4» выполняли в диапазоне частот тока от 5 до 100 кГц с шагом измерения 1 кГц, а биоимпедансным анализатором Диамант-АИСТ (ООО «Диамант», Россия) – при частоте тока 28 и 115 кГц с использованием многоцветных ЭКГ электродов в положении обследуемого лёжа на горизонтальной непроводящей поверхности с руками и ногами, отведёнными в стороны под углом 30 градусов. Электроды устанавливали дистально на обе голени и оба предплечья при плотном их прилегании к коже (Руководство по эксплуатации «Диамант-АИСТ», URL: <https://diamant.spb.ru/documents/4>, дата обращения – 09.06.2025): на голених – непосредственно выше медиальной и латеральной лодыжек, а на предплечьях – на уровне шиловидного отростка лучевой кости. При установке электродов смачивали электроды и кожу обследуемого физраствором. Оценки состава тела получали с использованием встроенных алгоритмов обработки данных. Для обоих типов анализаторов выполняли по одному измерению с электродной системой анализатора Диамант-АИСТ и с электродной системой производства ООО МКС (рис. 1).



Рисунок 1. Многоцветные электроды для биоимпедансных измерений производства ООО «Диамант» (слева) и ООО «МКС» (справа)
Figure 1. Reusable electrodes for bioimpedance measurements manufactured by Diamant LLC (left) and MCS LLC (right)



Рисунок 2. Самоклеящиеся биоадгезивные электроды, использованные при измерениях биоимпедансным анализатором ABC-01 «Медас»: 1 – Ambu White Sensor 0415M (Ambu, Дания), 2 – Bianostic AT (Data Input, Германия), 3 – Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Италия), 4 – F9049/RU2234TAB (FIAB, Италия), 5 – Schiller biotabs 23×34 мм (Schiller, Швейцария), 6 – Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Австрия), 7 – Top Trace MedTab (Ceracarta, Италия), 8 – 2100 Swaro-tab (Tyrolmed, Австрия)
Figure 2. Bioadhesive electrodes used in measurements with the ABC-01 "Medas" bioimpedance instrument: 1 – Ambu White Sensor 0415M (Ambu, Denmark), 2 – Bianostic AT (Data Input, Germany), 3 – Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Italy), 4 – F9049/RU2234TAB (FIAB, Italy), 5 – Schiller biotabs 23×34 mm (Schiller, Switzerland), 6 – Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Austria), 7 – Top Trace MedTab (Ceracarta, Italy), 8 – 2100 Swaro-tab (Tyrolmed, Austria)

Измерения анализатором ABC-01 «Медасс» (ООО НТЦ «Медасс», Россия) проводили в стандартном отведении «запястье-голеностоп» на правой стороне тела в положении обследуемого лёжа на горизонтальной непроводящей поверхности с руками и ногами, отведёнными в стороны под углом 30 градусов (Смирнов с соавт., 2009). Пару измерительных электродов крепили на линиях сочленения костей предплечья и кисти, а также голени и стопы соответственно, а токопроводящих электродов – на 4–5 см дистальнее. Измерения проводили с использованием восьми типов одноразовых биоадгезивных электродов (рис. 2): Ambu White Sensor 0415M (Ambu, Дания), Bianostic AT (Data Input, Германия), Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Италия), F9049/RU2234TAB (FIAB, Италия), Schiller biotabs 23×34 мм (Schiller, Швейцария), Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Австрия), Top Trace MedTab (Ceracarta, Италия), 2100 Swaro-tab (Tyrolmed, Австрия).

Все указанные типы биоадгезивных электродов за исключением электродов Bianostic AT (Data Input, Германия) имеют общее предназначение и маркируются как ЭКГ электроды, а последние были специально разработаны для биоимпедансных измерений и поэтому использовались нами в качестве эталона для сравнения. (Электроды Bianostic AT имеют большую площадь поверхности, что обеспечивает более равномерное изменение электрического поля в участке соприкосновения электрода с кожей пациента, и обладают оптимальными биоадгезивными свойствами.) Последовательность применения электродов определялась для каждого обследованного индивидуально. Для первых восьми измерений она была сформирована с использованием генератора случайных чисел (Available at: <https://www.random.org/integer-sets>. Accessed: 09.06.2025) для нивелирования возможного влияния порядка использования электродов на результаты сравнения. Вслед за серией из восьми измерений с разными типами электродов проводилось контрольное девятое измерение с электродами первого типа из сгенерированной последовательности. Таким образом, для каждого обследованного было проведено по 9 измерений анализатором ABC-01 «Медасс» с указанным порядком смены электродов. В перерывах между измерениями при наличии следов токопроводящего геля от предыдущего измерения участок крепления

электродов очищали спиртовым тампоном. Фиксировали результаты измерений активного (R50) и реактивного (X50) сопротивлений импеданса на частоте 50 кГц. Фазовый угол импеданса рассчитывали в градусах как умноженный на $180^\circ/\pi$ арктангенс отношения реактивного (X50) и активного (R50) сопротивлений. ТМ определяли на основе оценки содержания воды в организме (СВО) с учётом относительного постоянства гидратации тощей массы по формуле $TM = CBO/0,732$. При этом СВО (кг) рассчитывали по формулам $CBO = 0,3963 \times DT^2/R50 + 0,143 \times MT + 8,399$ для мужчин, и $CBO = 0,3821 \times DT^2/R50 + 0,1052 \times MT + 8,3148$ для женщин (Kushner, Schoeller, 1986). Жировую массу (ЖМ) рассчитывали как разность значений МТ и ТМ. Процентное содержание жира в массе тела (%ЖМ) вычисляли по формуле $\%ЖМ = ЖМ/МТ \times 100\%$.

С использованием анализатора ABC-01 «Медасс» определяли электрические свойства одноразовых биоадгезивных электродов на основе сэндвич-теста (Available at: <https://data-input.de/bia/english/service/testing-electrodes.php>. Accessed: 09.06.2025). Для этого из пары электродов каждого типа изготавливали «сэндвич» путем соединения покрытых электропроводящим гелем сторон вдоль длинной оси электродов таким образом, что места крепления зажимов электродной системы анализатора оказывались на противоположных сторонах «сэндвича». Зажимы токопроводящих электродов красного цвета, а также измерительных электродов чёрного цвета, крепили в противоположных углах «сэндвича». Всего измеряли по 5 «сэндвичей» из одноразовых электродов каждого типа: по 2 пары «свежих» электродов (из только что вскрытой герметичной упаковки с актуальным сроком годности), и по 3 пары «менее свежих» электродов из вскрытых 5 месяцев назад упаковок той же партии после хранения в сухом тёмном месте при комнатной температуре. Фиксировали результаты измерений активного (R50) и реактивного (X50) сопротивлений «сэндвичей» на частоте 50 кГц.

Результаты биоимпедансных измерений автоматически сохранялись в памяти анализаторов с последующей выгрузкой данных (в случае анализатора ABC-01 «Медасс») или их ручным переносом (в остальных случаях) в Excel.

Обследование добровольцев проводили при содействии ООО «Медицинские компьютерные системы» (г. Зеленоград) на базе указанной

Таблица 1. Общая антропометрическая характеристика группы обследованных
Table 1. General anthropometric characteristics of the study group

Показатели/ Measurements	Мужчины / Males (N=10)				Женщины / Females (N=10)			
	M	SD	Min	Max	M	SD	Min	Max
Возраст, лет Age, years	31,1	7,7	21,0	48,8	35,9	10,1	24,4	53,7
Длина тела, см Height, cm	174,1*	6,9	167,8	188,1	162,9	6,0	154,2	172,6
Масса тела, кг Body mass, kg	75,0*	11,9	61,5	97,3	59,6	10,9	46,0	75,3
ИМТ, кг/м ² BMI, kg/m ²	24,8	3,8	20,7	32,0	22,5	3,9	18,5	31,3
ΣЖС, мм ΣSKF, mm	53,9	22,9	20,0	89,4	50,1	21,4	27,4	96,8

Примечания. ΣЖС – суммарная толщина кожно-жировых складок под лопаткой, на плече сзади, над подвздошным гребнем и на середине голени сзади.

* – Значимые различия между подгруппами женщин и мужчин (P<0,01).

Notes. ΣSKF – the sum of subscapular, triceps, suprailiac, and calf skinfolds.

* – Significant differences between the subgroups of men and women (P<0.01).

организации, а измерения одноразовых биоадгезивных электродов – в лаборатории ауксологии человека НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова. Все измерения выполняли в стандартизованных условиях в закрытом помещении при комнатной температуре.

Проверку нормальности распределений оценивали на основе критерия Колмогорова-Смирнова. Сравнение данных, полученных с использованием различных биоимпедансных анализаторов и электродов, выполняли на основе критерия знаковых рангов Вилкоксона для парных наблюдений и однофакторного дисперсионного анализа при пороговом уровне значимости $p=0,05$.

Исследование проводилось с одобрения Комиссии по биоэтике биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова (закключение №2-ч от 19.11.2020 г.) с осведомлением участников о целях и задачах исследования и подписанием протоколов информированного согласия. Полученные данные были деперсонифицированы. Статистическую обработку данных выполняли в пакетах программ Minitab 21 и MS Excel 2019.

Результаты

Подгруппы обследованных женщин и мужчин значительно отличались по длине и массе тела (табл. 1). Средние значения ИМТ и суммарной толщины кожно-жировых складок, используемых для оценки соматотипа по схеме Хит-Картера, в

указанных подгруппах значительно не различались. При этом у мужчин среднее значение ИМТ соответствовало верхней границе, а у женщин – середине интервала нормальных значений признака. Средние значения соматотипа (3,9-5,9-2,0 для мужчин и 3,5-4,7-2,4 для женщин) соответствовали эндомезоморфному типу телосложения.

При использовании анализатора ABC-01 «Медасс» в подгруппах обследованных женщин и мужчин результаты измерений активного, реактивного сопротивлений и фазового угла для различных типов одноразовых биоадгезивных электродов были близки между собой (табл. 2). Небольшие, но значимые различия наблюдались, в основном, только при сравнениях с электродами Bianostic AT, для которых средние значения фазового угла были несколько ниже, чем для других типов одноразовых электродов (различия в пределах $0,16^\circ$ в подгруппе мужчин и $0,14^\circ$ в подгруппе женщин). Данные измерений величин R50 (Z28 в случае анализатора Диамант-АИСТ), X50 (там, где это применимо) и фазового угла, соответственно, анализаторами Диамант-АИСТ и Здоровье-Экспресс значительно различались между собой и с другими анализаторами состава тела. При этом результаты измерений не зависели от типа используемых многоцветных электродов (значимые различия отсутствовали). Данные измерений анализатором Tanita MC-780MA значительно различались с другими анализаторами состава тела за исключением показателя X50 в подгруппе мужчин, для которого

Таблица 2. Измеренные значения активного, реактивного сопротивлений и фазовый угол импеданса в группе обследованных для различных биоимпедансных анализаторов и электродов, М (SD)

Table 2. Measured values of the resistance, reactance, and phase angle in the study group for the examined bioimpedance instruments and electrodes, M (SD)

Типы электродов/ Types of electrodes	R50, Ом/ohm		X50, Ом/ohm		Фазовый угол, град./ Phase angle, degree	
	♂ (N=10)	♀ (N=10)	♂ (N=10)	♀ (N=10)	♂ (N=10)	♀ (N=10)
ABC-01 «Медасс»/ ABC-01 "Medas"						
Ambu White Sensor 0415M	500,0 (69,3)	618,6 (68,2)	64,3 (9,5)	62,8 (8,8)	7,33 (0,34) ^a	5,82 (0,70) ^a
Bianostic AT	504,6 (66,9)	623,8 (67,0)	63,8 (9,2)	62,1 (8,6)	7,21 (0,35)	5,70 (0,70)
Eurotrode PFR2034	500,9 (69,4)	622,4 (68,1)	64,0 (9,9)	63,1 (9,1)	7,28 (0,34)	5,80 (0,71) ^a
FIAB F9049/RU2234TAB	497,7 (64,0) ^a	622,7 (61,1)	64,1 (9,6)	63,5 (8,8) ^{a,d}	7,33 (0,36) ^a	5,83 (0,71) ^a
Schiller biotabs 23×34 мм	498,3 (66,0) ^a	624,7 (67,3)	64,4 (8,8)	63,7 (9,0) ^{a,c,d}	7,37 (0,40) ^a	5,84 (0,70) ^a
Skintact RT-34	498,0 (72,1) ^a	623,5 (64,0)	64,1 (9,7)	63,3 (8,6) ^a	7,35 (0,35) ^a	5,81 (0,69) ^a
Top Trace MedTab	500,8 (70,7)	617,7 (64,2) ^a	64,0 (9,9)	63,0 (8,9) ^a	7,28 (0,35)	5,84 (0,71) ^a
2100 Swaro-tab	497,2 (69,9) ^{a,b}	619,5 (66,2)	64,1 (9,7)	62,5 (8,7)	7,35 (0,36) ^{a,b}	5,77 (0,66) ^a
Диамант-АИСТ*/ Diamant-AIST						
Производство ООО «Диамант» Manufactured by Diamant LLC	230,7 (26,4) ^e	282,9 (33,6) ^e	–	–	8,96 (0,23) ^e	7,69 (0,57) ^e
Производство ООО «МКС» Manufactured by Medical Computer Systems LLC	229,1 (26,9) ^e	282,7 (34,8) ^e	–	–	9,00 (0,27) ^e	7,74 (0,56) ^e
Здоровье-Экспресс**/ Zdorovye-Express						
Производство ООО «МКС» Manufactured by Medical Computer Systems LLC	21,3 (2,9) ^e	22,4 (2,7) ^e	6,1 (1,5) ^e	8,3 (1,8) ^e	16,1 (4,0) ^e	20,3 (3,2) ^e
Производство ООО «Диамант» Manufactured by Diamant LLC	21,9 (2,9) ^e	22,5 (2,6) ^e	5,9 (1,2) ^e	8,0 (1,5) ^e	15,2 (2,8) ^e	19,6 (2,0) ^e
Tanita MC-780MA/ Tanita MC-780MA						
Встроенная электродная система Embedded electrode system	544,9 (76,6) ^e	651,5 (69,6) ^e	64,1 (9,9) ^f	60,7 (7,1) ^e	6,71 (0,23) ^e	5,34 (0,59) ^e

Примечания. R50 – активное сопротивление на частоте 50 кГц, X50 – реактивное сопротивление на частоте 50 кГц.

* – Указаны значения модуля импеданса и фазового угла при измерениях на частоте 28 кГц.

** – Указаны значения R50, X50 и фазового угла туловища.

^{a,b,c,d} – Значимые различия в сравнении с электродами Bianostic AT, Top Trace MedTab, Ambu White Sensor 0415M и 2100 Swaro-tab, соответственно (P<0,05).

^e – Значимые различия в сравнении с другими типами анализаторов (P<0,05).

^f – Значимые различия в сравнении с анализатором Здоровье-Экспресс (P<0,05).

Notes. R50 is the resistance at a frequency of 50 kHz, X50 is the reactance at a frequency of 50 kHz.

* – the measurements of the impedance modulus and phase angle at a frequency of 28 kHz.

** – The values of R50, X50, and the phase angle of the trunk are shown here.

^{a,b,c,d} – Significant differences as compared to measurements using Bianostic AT, TopTrace MedTab, Ambu White Sensor 0415M and 2100 Swaro-tab electrodes, respectively (P<0.05).

^e – Significant differences as compared to other instruments (P<0.05).

^f – Significant differences as compared to Zdorovye-Express instrument (P<0.05).

статистически значимые межинструментальные различия наблюдались только с результатами измерений анализатором Здоровье-Экспресс (табл. 2).

Для величины R50 наиболее высокие корреляции наблюдались в подгруппах обследованных для данных измерений анализаторами ABC-01 «Медасс» и Tanita MC-780MA (R=0,98-

0,99). Также указанные данные высоко коррелировали с результатами измерений модуля импеданса Z28 анализатором Диамант-АИСТ (R=0,93-0,98). Корреляции данных измерений анализатором Здоровье-Экспресс с данными от других анализаторов были менее выраженными (R=0,38-0,70). Аналогичные уровни корреляций наблюдались для величины X50. Для фазового угла

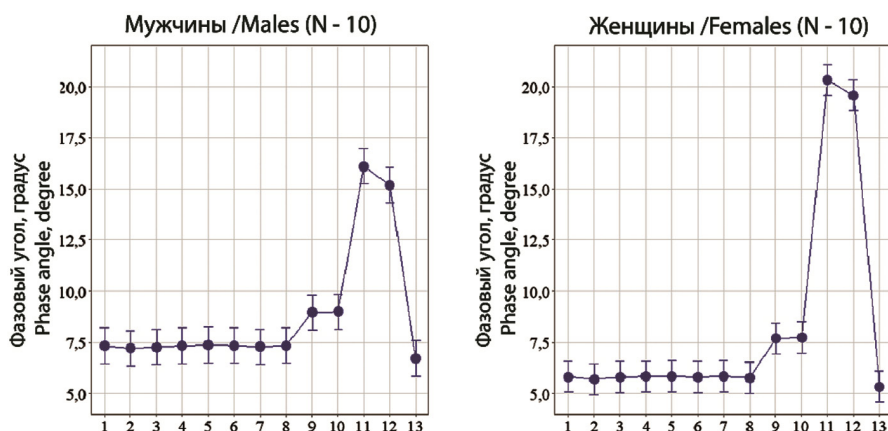


Рисунок 3. Интервальные оценки фазового угла в группе обследованных при измерениях с использованием биоимпедансных анализаторов ABC-01 «Медасс» (1-8), Диамант-АИСТ (9-10), Здоровье-Экспресс (11-12), Tanita MC-780MA (13) и электродов: Ambu White Sensor (1), Bianostic AT (2), Eurotrode PFR2034 (3), F9049/RU2234TAB (4), Schiller biotabs 23×34 мм (5), Skintact RT-34 (6), Top Trace MedTab (7), 2100 Swaro-tab (8), пр-ва ООО «Диамант» (9, 12) и ООО «МКС» (10, 11). Показаны 95% доверительные интервалы для средних, рассчитанные для средне-взвешенного стандартного отклонения

Figure 3. Interval estimates of phase angle in the study group, as assessed using bioimpedance instruments ABC-01 "Medas" (1-8), Diamant-AIST (9-10), Zdorovye-Express (11-12), Tanita MC-780MA (13), and electrodes Ambu White Sensor (1), Bianostic AT (2), Eurotrode PFR2034 (3), F9049/RU2234TAB (4), Schiller biotabs 23×34 mm (5), Skintact RT-34 (6), Top Trace MedTab (7), 2100 Swaro-tab (8), as well as those manufactured by Diamant LLC (9, 12) and Medical Computer Systems LLC (10, 11).

The 95% confidence intervals for the average values calculated using the weighted average standard deviation are shown

соответствующие корреляции данных измерений анализаторами ABC-01 «Медасс» и Tanita MC-780MA ($R=0,84-0,99$) и в сравнении с анализатором Диамант-АИСТ ($0,75-0,98$) в целом соответствовали данным для R50 и X50, при этом в подгруппе мужчин наблюдались положительные ($R=0,03-0,37$), а в подгруппе женщин – отрицательные (R в пределах от $-0,14$ до $-0,54$) незначимые корреляции фазового угла туловища при измерениях анализатором Здоровье-Экспресс с фазовым углом всего тела при измерениях другими анализаторами состава тела. На рисунке 3 показаны интервальные оценки фазового угла с использованием различных анализаторов и электродов в подгруппах обследованных женщин и мужчин.

Оценки параметров состава тела анализатором ABC-01 «Медасс» для различных типов одноразовых биоадгезивных электродов высоко коррелировали между собой ($R=0,99$) и хорошо соответствовали друг другу (табл. 3). Значимые парные различия между ними отсутствовали за исключением ряда сравнений с электродами Bianostic AT, и в одном случае – при сравнении электродов Top Trace MedTab и 2100 Swaro-tab

для показателя %ЖМ в подгруппе мужчин. Разность средних значений признаков для всех типов одноразовых биоадгезивных электродов в подгруппах женщин и мужчин, как правило, колебалась в пределах $0,1-0,2$ кг для ТМ и ЖМ, и $0,2-0,4\%$ для %ЖМ. В подгруппе женщин отсутствовали значимые различия оценок состава тела, полученных с использованием анализатора Диамант-АИСТ, от данных ABC-01 «Медасс» и Tanita MC-780MA, а в подгруппе мужчин наблюдались значимые различия с анализаторами других типов за исключением случая применения электродов Bianostic AT при использовании анализатора ABC-01 «Медасс» (табл. 3). При этом наблюдался высокий уровень парных корреляций данных измерений между указанными анализаторами ($R=0,89-0,99$). Результаты оценок состава тела с использованием анализатора Здоровье-Экспресс существенно отличались от оценок, полученных с использованием анализаторов других типов при несколько более низком уровне соответствующих парных корреляций ($R=0,59-0,99$). Интервальные оценки ТМ и %ЖМ с использованием различных анализаторов и электродов в рассматриваемых подгруппах показаны на рисунках 4 и 5.

Таблица 3. Оценки состава тела в группе обследованных для различных биоимпедансных анализаторов и электродов, М (SD)
Table 3. Body composition estimates in the study group for the examined bioimpedance instruments and electrodes, M (SD)

Типы электродов/ Types of electrodes	ТМ (тощая масса), кг FFM (fat-free mass), kg		ЖМ (жировая масса), кг BF (body fat), kg		%ЖМ (процентное содержание жира в массе тела) %BF (percentage body fat)	
	♂ (N=10)	♀ (N=10)	♂ (N=10)	♀ (N=10)	♂ (N=10)	♀ (N=10)
ABC-01 «Медасс»/ ABC-01 "Medas"						
Ambu White Sensor 0415M	59,5 (6,9) ^a	42,6 (4,1)	15,5 (7,3) ^a	17,0 (7,6)	20,0 (6,8) ^a	27,4 (7,5)
Bianostic AT	59,2 (6,7)	42,4 (4,0)	15,8 (7,6)	17,2 (8,0)	20,4 (7,1)	27,9 (8,0)
Eurotrode PFR2034	59,5 (7,0)	42,4 (4,1)	15,5 (7,4)	17,1 (7,6)	20,0 (7,1)	27,7 (7,5)
FIAB F9049/RU2234TAB	59,6 (6,7) ^a	42,4 (3,9)	15,4 (7,4) ^a	17,2 (7,8)	19,8 (6,8) ^a	27,7 (7,8)
Schiller biotabs 23×34 мм	59,6 (6,9) ^a	42,4 (4,0)	15,4 (7,4) ^a	17,2 (7,8)	19,9 (6,9) ^a	27,8 (7,7)
Skintact RT-34	59,7 (7,0) ^a	42,4 (3,9)	15,3 (7,4) ^a	17,2 (7,9)	19,8 (7,0) ^a	27,7 (7,9)
Top Trace MedTab	59,5 (7,1)	42,6 (4,0) ^a	15,5 (7,2)	17,0 (7,9)	20,0 (6,8)	27,3 (8,0)
2100 Swaro-tab	59,7 (7,0) ^a	42,5 (4,0)	15,3 (7,1) ^a	17,0 (7,9)	19,7 (6,7) ^{a,b}	27,5 (7,9)
Диамант-АИСТ/ Diamant-AIST						
Производство ООО «Диамант» Manufactured by Diamant LLC	58,0 (6,1) ^c	43,9 (5,6) ^d	17,2 (7,5) ^c	15,8 (6,1) ^d	22,2 (6,5) ^c	25,8 (5,2) ^d
Производство ООО «МКС» Manufactured by Medical Computer Systems LLC	58,1 (6,0) ^c	43,8 (5,7) ^d	17,0 (7,6) ^c	15,8 (6,1) ^d	22,0 (6,6) ^c	25,7 (5,2) ^d
Здоровье-Экспресс/ Zdorovye-Express						
Производство ООО «МКС» Manufactured by Medical Computer Systems LLC	54,0 (6,5) ^c	50,2 (5,0) ^c	21,0 (12,2) ^c	9,2 (9,6) ^c	26,9 (12,5) ^c	13,7 (12,8) ^c
Производство ООО «Диамант» Manufactured by Diamant LLC	52,4 (6,4) ^c	50,2 (4,7) ^c	22,6 (10,9) ^c	9,3 (9,4) ^c	29,1 (10,3) ^c	13,8 (12,5) ^c
Tanita MC-780MA/ Tanita MC-780MA						
Встроенная электродная система Embedded electrode system	60,8 (7,8) ^{a,d}	44,6 (5,3) ^f	14,3 (8,5) ^{a,g}	15,0 (7,1) ^f	18,3 (8,8) ^{a,g}	24,2 (7,7) ^f

Примечания. ТМ – тощая масса, ЖМ – жировая масса, %ЖМ – процентное содержание жира в массе тела.

^{a,b} – Значимые различия в сравнении с электродами Bianostic AT и Top Trace MedTab, соответственно, в рассматриваемой подгруппе (P<0,05).

^c – Значимые различия в сравнении с анализаторами Здоровье-Экспресс, Tanita MC-780MA и ABC-01 «Медасс» за исключением электродов Bianostic AT (P<0,05).

^d – Значимые различия в сравнении с анализатором Здоровье-Экспресс (P<0,05).

^e – Значимые различия в сравнении с другими типами анализаторов (P<0,05).

^f – Значимые различия в сравнении с анализаторами ABC-01 «Медасс» и Здоровье-Экспресс (P<0,05).

^g – Значимые различия в сравнении с анализаторами Диамант-АИСТ и Здоровье-Экспресс (P<0,05).

Notes. FFM – fat-free mass, BF – body fat, %BF – percentage body fat.

^{a,b} – Significant differences as compared to measurements using Bianostic AT and TopTrace MedTab electrodes, respectively, in the considered subgroup (P<0.05).

^c – Significant differences as compared to Zdorovye-Express, Tanita MC-780MA and ABC-01 "Medas" instruments except for Bianostic AT electrodes (P<0.05).

^d – Significant differences as compared to Zdorovye-Express instrument (P<0.05).

^e – Significant differences as compared to other instruments (P<0.05).

^f – Significant differences as compared to ABC-01 "Medas" and Zdorovye-Express instruments (P<0.05).

^g – Significant differences as compared to Diamant-AIST and Zdorovye-Express instruments (P<0.05).

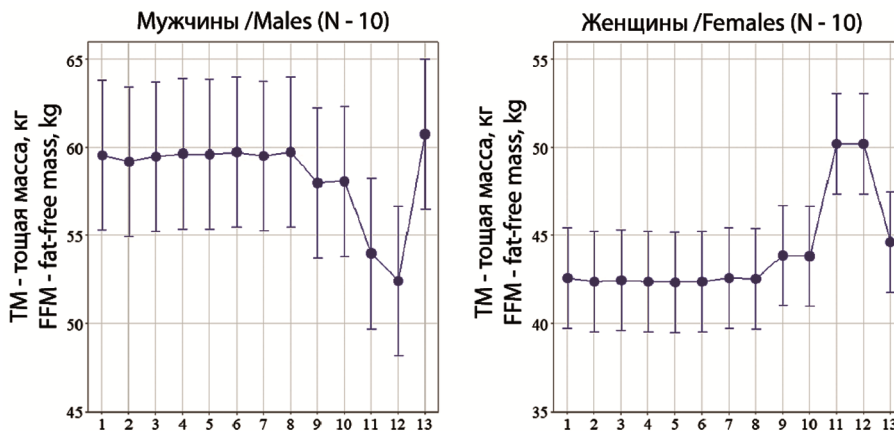


Рисунок 4. Интервальные оценки ТМ в группе обследованных при измерениях с использованием биоимпедансных анализаторов ABC-01 «Медасс» (1-8), Диамант-АИСТ (9-10), Здоровье-Экспресс (11-12), Tanita MC-780MA (13) и электродов: Ambu White Sensor (1), Bianostic AT (2), Eurotrode PFR2034 (3), F9049/RU2234TAB (4), Schiller biotabs 23×34 мм (5), Skintact RT-34 (6), Top Trace MedTab (7), 2100 Swaro-tab (8), пр-ва ООО «Диамант» (9, 12) и ООО «МКС» (10, 11). Показаны 95% доверительные интервалы для средних, рассчитанные для средневзвешенного стандартного отклонения

Figure 4. Interval estimates of FFM in the study group, as assessed using bioimpedance instruments ABC-01 "Medas" (1-8), Diamant-AIST (9-10), Zdorovye-Express (11-12), Tanita MC-780MA (13), and electrodes Ambu White Sensor (1), Bianostic AT (2), Eurotrode PFR2034 (3), F9049/RU2234TAB (4), Schiller biotabs 23×34 mm (5), Skintact RT-34 (6), Top Trace MedTab (7), 2100 Swaro-tab (8), as well as those manufactured by Diamant LLC (9, 12) and Medical Computer Systems LLC (10, 11). The 95% confidence intervals for the average values calculated using the weighted average standard deviation are shown

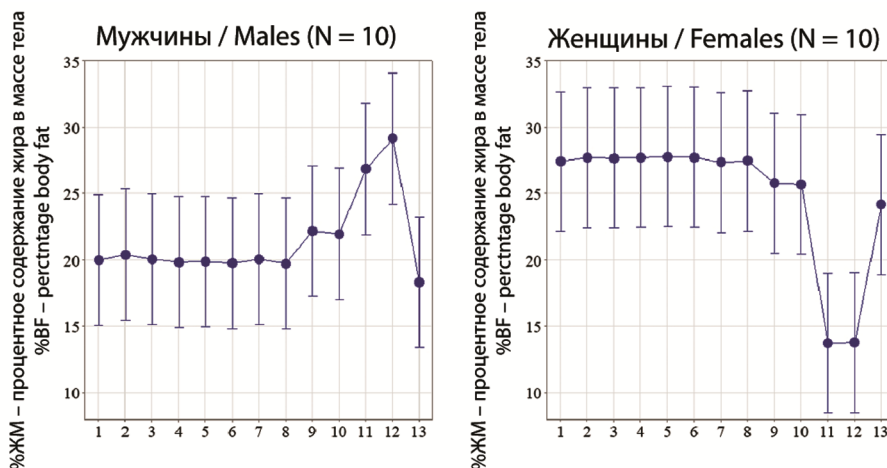


Рисунок 5. Интервальные оценки %ЖМ в группе обследованных при измерениях с использованием биоимпедансных анализаторов ABC-01 «Медасс» (1-8), Диамант-АИСТ (9-10), Здоровье-Экспресс (11-12), Tanita MC-780MA (13) и электродов: Ambu White Sensor (1), Bianostic AT (2), Eurotrode PFR2034 (3), F9049/RU2234TAB (4), Schiller biotabs 23×34 мм (5), Skintact RT-34 (6), Top Trace MedTab (7), 2100 Swaro-tab (8), пр-ва ООО «Диамант» (9, 12) и ООО «МКС» (10, 11). Показаны 95% доверительные интервалы для средних, рассчитанные для средневзвешенного стандартного отклонения

Figure 5. Interval estimates of %FM in the study group, as assessed using bioimpedance instruments ABC-01 "Medas" (1-8), Diamant-AIST (9-10), Zdorovye-Express (11-12), Tanita MC-780MA (13), and electrodes Ambu White Sensor (1), Bianostic AT (2), Eurotrode PFR2034 (3), F9049/RU2234TAB (4), Schiller biotabs 23×34 mm (5), Skintact RT-34 (6), Top Trace MedTab (7), 2100 Swaro-tab (8), as well as those manufactured by Diamant LLC (9, 12) and Medical Computer Systems LLC (10, 11). The 95% confidence intervals for the average values calculated using the weighted average standard deviation are shown

Таблица 4. Электрические сопротивления пар одноразовых биоадгезивных электродов («сэндвичей») при измерениях анализатором ABC-01 «Медасс» на частоте 50 кГц, М (SD)
Table 4. Intrinsic values of R50 and X50 for the pairs of disposable bioadhesive electrodes ("sandwiches") as measured with the ABC-01 "Medas" instrument at a frequency of 50 kHz, M (SD)

Типы электродов/ Types of electrodes	R50, Ом/ohm			X50, Ом/ohm		
	1	2	3	1	2	3
Ambu White Sensor 0415M	136,1 (7,8)	173,9 (8,7)	158,8 (22,0)	36,7 (13,2)	117,3 (37,0)	85,1 (51,8)
Bianostic AT	10,8 (1,1)	24,2 (9,1)	18,8 (10,3)	1,5 (0,1)	1,5 (0,2)	1,5 (0,1)
Eurotrode PFR2034	617,4 (25,1)	745,5 (63,7)	694,2 (84,3)	4,3 (0,1)	9,9 (2,7)	7,6 (3,6)
FIAB F9049/RU2234TAB	259,2 (11,2)	302,7 (6,8)	285,3 (25,0)	2,5 (0,1)	3,8 (0,4)	3,2 (0,8)
Schiller biotabs 23×34 мм	148,2 (11,7)	143,7 (5,1)	145,5 (7,3)	172,4 (56,9)	235,3 (17,7)	210,1 (46,4)
Skintact RT-34	111,4 (7,4)	167,3 (8,1)	144,9 (31,4)	10,5 (1,8)	80,6 (2,3)	52,5 (38,5)
Top Trace MedTab	288,9 (15,5)	317,6 (22,9)	306,1 (23,9)	1,5 (0,3)	2,4 (0,2)	2,0 (0,5)
2100 Swaro-tab	95,8 (2,5)	97,4 (4,9)	96,8 (3,8)	1,4 (0,1)	1,2 (0,1)	1,3 (0,1)

Примечание. R50 – активное сопротивление на частоте 50 кГц, X50 – реактивное сопротивление на частоте 50 кГц.

1 – измерения «свежих» (сразу после вскрытия герметичной упаковки) пар электродов (N=2); 2 – измерения «менее свежих» (через 5 месяцев после хранения вне герметичной упаковки) пар электродов (N=3); 3 – объединённые данные (N=5).

Note. R50 is the resistance at a frequency of 50 kHz, X50 is the reactance at a frequency of 50 kHz.

1 – measurements of "fresh" (immediately after opening the sealed packing) pairs of electrodes (N=2); 2 – measurements of "less fresh" (5 months after storage outside the sealed packing) pairs of electrodes (N=3); 3 – combined data (N=5).

Наблюдалась широкая вариация электрических свойств рассматриваемых типов одноразовых биоадгезивных электродов в сэндвич-тесте (табл. 4). В сравнении с электродами Bianostic AT, значения R50 «сэндвичей» из остальных электродов были многократно (значимо) выше и образовывали неоднородную группу. Значения X50 для ряда электродов (2100 Swaro-tab, Top Trace Medtab, FIAB F9049/RU2234TAB и Eurotrode PFR2034) были близки к эталонным, а для других электродов сильно отличались от эталонных значений (табл. 4 и рис. 6). При этом наблюдаемые значения R50 и X50 «сэндвичей» плохо коррелировали между собой: например, для электродов Eurotrode PFR2034 при минимальных значениях X50 значения R50 были максимальны, достигая порядка 700 Ом, а «сэндвичи» из электродов Schiller biotabs 23×34 мм при умеренных значениях R50 имели наибольшие значения X50 (порядка 200 Ом). Из таблицы 4 также следует, что хранение электродов вне упаковки приводило к увеличению модуля их собственного электрического сопротивления.

Обсуждение

Несмотря на удобство применения, практическую значимость и широкую распространённость биоимпедансного анализа состава тела, существуют методические трудности объединения и обобщения данных биоимпедансных исследований, ввиду различий способов измерения, применения разных частот переменного тока, электродных систем, формул для оценки состава тела (Сипатрова с соавт., 2023; Ward, 2009; Tinsley et al., 2020; Bennett et al., 2024) и типов одноразовых биоадгезивных электродов (Nescolarde et al., 2016; Dupertuis et al., 2022). Полученные нами результаты выявили ряд значимых расхождений измеренных значений импеданса и оценок состава тела между анализаторами ABC-01 «Медасс», Диамант-АИСТ, Здоровье-Экспресс и Tanita MC-780MA.

При сопоставлении анализаторов ABC-01 «Медасс» и Диамант-АИСТ измеренные значения импеданса анализатором ABC-01 «Медасс» были примерно вдвое выше (табл. 2), что объясняется различиями схем измерений (на правой стороне тела в первом случае, и по обеим сторонам тела одновременно – во втором). Можно

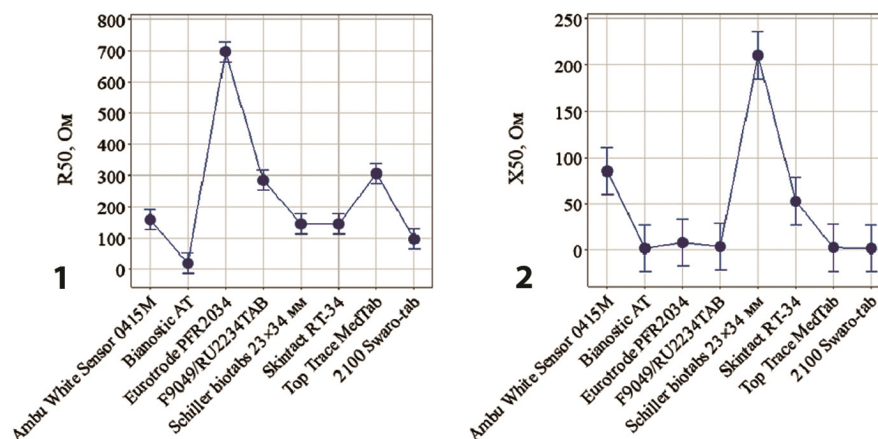


Рисунок 6. Интервальные оценки активного (R_{50} , 1) и реактивного (X_{50} , 2) сопротивлений «сэндвичей» из одноразовых биоадгезивных электродов для объединённых данных ($N=5$) при измерениях анализатором ABC-01 «Медасс» на частоте 50 кГц. Показаны 95% доверительные интервалы для средних, рассчитанные для средневзвешенного стандартного отклонения

Figure 6. Interval estimates of the resistance (R_{50} , 1) and reactance (X_{50} , 2) of "sandwiches" from disposable bioadhesive electrodes for combined data ($N=5$), measured with the ABC-01 "Medas" instrument at a frequency of 50 kHz. The 95% confidence intervals for the average values calculated using the weighted average standard deviation are shown

также отметить более высокие значения фазового угла, получаемые анализатором Диамант-АИСТ. Некоторый вклад в наблюдаемые различия может вносить используемая частота измерений, отличная от традиционно применяемой частоты 50 кГц. Кроме того, анализатор Диамант-АИСТ, по-видимому, не является фазочувствительным (URL: <https://diamant.spb.ru/documents/4>, дата обращения – 09.06.2025), поэтому оценка фазового угла для данного анализатора не является прямой. В подгруппе мужчин наблюдались значимые различия показателей состава тела между указанными анализаторами для всех типов одноразовых электродов, кроме Bianostic AT, а в подгруппе женщин значимые различия отсутствовали (табл. 3), при этом наблюдаемые расхождения были близки к границе уровня значимости. Подробное сравнение анализаторов ABC-01 «Медасс» и Диамант-АИСТ для расширенной выборки проводилось нами ранее (Сипатрова с соавт., 2023), там же получена формула взаимного пересчёта измеренных значений импеданса для указанных анализаторов.

Измерения анализатором ABC-01 «Медасс», в сравнении с анализатором Tanita MC-780MA, характеризовались более низкими значениями R_{50} и более высокими значениями фазового угла, а в подгруппе женщин – более высокими значениями X_{50} ($p < 0,05$), таблица 2.

Разность средних значений R_{50} составила 40-48 Ом в подгруппе мужчин и 28-34 Ом в подгруппе женщин, а фазового угла – 0,3-0,5 град. Эти различия объясняются сочетанием двух факторов: различиями положения тела во время измерений (лёжа и стоя, соответственно) и схемы измерений (запястье-голеностоп и кисть-стопа). Аналогичные различия средних значений абсолютных сопротивлений (42 Ом) наблюдались при парных измерениях анализаторами ABC-01 «Медасс» и Tanita BC-418MA в группе мужчин 18-22 лет по данным Российского исследования детского здоровья (РИДЗ) (Rudnev et al., 2020). Как отмечалось выше, корреляции измеренных значений биоэлектрических параметров между анализаторами ABC-01 «Медасс» и Tanita MC-780MA были высоки ($R=0,98-0,99$ для R_{50} , $R=0,97-0,99$ для X_{50} и $R=0,84-0,99$ для фазового угла). Аналогичный результат был представлен в работе Г. Тинсли с соавт. (Tinsley et al., 2020) при сравнении многочастотного анализатора mBCA 515/514 (Seca, Германия) и устройства биоимпедансной спектроскопии SFB7 (Impedimed, Австралия), измеряющих в положении стоя и лёжа соответственно. При этом высокая корреляция значений активного сопротивления ($R > 0,96$) наблюдалась во всём рассматриваемом диапазоне частот от 3 до 1000 кГц, а реактивного сопротивления и фазового угла ($R > 0,92$) – до

частот порядка 150 кГц. Разность абсолютных значений признаков составила порядка 9-14% для величины активного сопротивления, при этом для более низких частот значения реактивного сопротивления и фазового угла были выше для анализатора SFB7, а для более высоких частот – для анализатора mBCA 515/514 (от 150 кГц и выше для реактивного сопротивления и от 500 кГц и выше для фазового угла). По результатам исследования мультиэтнической выборки детей, подростков и взрослых людей от 6 до 89 лет (Rush et al., 2006), различия R50 при измерениях в положении стоя и лёжа с использованием одноразовых биоадгезивных электродов и единой схемы измерений запястье-голеностоп составляют, в среднем, от 8 до 20 Ом в зависимости от возраста и пола. В подгруппе женщин различия оценок состава тела между анализаторами ABC-01 «Медасс» и Tanita MC-780MA были статистически значимы для всех типов одноразовых биоадгезивных электродов, а в подгруппе мужчин – только для электродов Bionostic AT (табл. 3), что свидетельствует о существенной роли выбора одноразовых электродов в оценке межинструментальных различий в биоимпедансных исследованиях.

В подгруппе мужчин наблюдались значимые различия оценок состава тела между анализаторами Диамант-АИСТ и Tanita MC-780MA (различия средних составили -2,8 кг для ТМ, +2,9 кг для ЖМ и +3,9% для %ЖМ). В подгруппе женщин оценки состава тела анализатором Диамант-АИСТ были согласованы с оценками, полученными анализаторами ABC-01 «Медасс» и Tanita MC-780MA, находились между ними и значимо от них не отличались (см. табл. 3 и рис. 4 справа).

Результаты оценки состава тела анализатором Здоровье-Экспресс сильно расходились с данными, полученными каждым из других рассматриваемых типов анализаторов (табл. 3), что наводит на мысль о необходимости уточнения встроенных алгоритмов оценки состава тела. Использованный нами графический протокол биоимпедансных измерений анализатора Здоровье-Экспресс из первично измеряемых показателей содержал только биоэлектрические параметры туловища, поэтому корреляции их с одноимёнными измеряемыми параметрами всего тела для других анализаторов были ожидаемо невысоки. Только биоимпедансный измеритель Здоровье-Экспресс из рассмотренных нами

анализаторов является устройством биоимпедансной спектроскопии и, таким образом, для повышения точности оценки параметров состава тела в данном случае можно использовать не только измеряемые, но и оцениваемые по модели Коула значения импеданса на нулевой и бесконечной частотах. Пример сопоставления оценок состава тела, получаемых с использованием нескольких устройств биоимпедансной спектроскопии, дан в работе (Ward, 2009).

В идеале, верифицированные для различных биоимпедансных анализаторов формулы и алгоритмы оценки состава тела должны нивелировать их конструктивные особенности и различия в применяемых схемах измерений, а, в свою очередь, применение рекомендованных формул без учёта специфики используемого анализатора и методики измерений может приводить к грубым ошибкам оценки состава тела в сравнении с эталонными методами (Bennett et al., 2024). В этой связи отметим, что исследований по разработке новых или проверки применимости уже имеющихся формул оценки состава тела на основе прямого сравнения с эталонными методами в различных популяциях для отечественного биоимпедансного оборудования не проводилось. Как показано в классической работе В. Чамлиа с соавт. (Chumlea et al., 2002), при использовании однотипных анализаторов, использующих одинаковые методики измерений, межинструментальные различия измеряемых показателей могут быть минимальны, и можно рассчитывать на применимость единых формул оценки состава тела. На этом принципе построены алгоритмы оценки состава тела, реализованные в программном обеспечении биоимпедансного анализатора ABC-01 «Медасс», конструкция которого близка к конструкции классического анализатора RJL-101 (RJL Systems, США) и его европейской реплики BIA 101 (Akern, Италия), а применяемая методика измерений соответствует общим рекомендациям для четырёхэлектродных измерений на правой стороне тела в положении обследуемого лёжа на спине (Смирнов с соавт., 2009; Bioelectrical impedance analysis... 1996; Kyle et al., 2004).

При сравнении данных измерений анализатором ABC-01 «Медасс» с использованием наиболее часто применяемых в центрах здоровья типов одноразовых биоадгезивных электродов F9049 (FIAB, Италия), Schiller biotabs 22×34 mm (Schiller, Швейцария), Top Trace Medtab

(Ceracarta, Италия), Skintact RT-34 (Leonhard Lang GmbH, Австрия), Eurotrode PFR2034 (Pirrone srl, Италия) и других были получены близкие, практически совпадающие значения электрических сопротивлений, фазового угла и оценок состава тела (табл. 2 и 3). Указанное соответствие имело место несмотря на широкую вариацию электрических свойств электродов (табл. 4 и рис. 6). В отличие от этого, при использовании электродов Bianostic AT в группе обследованных наблюдалось небольшое, но значимое снижение фазового угла (в среднем, на 0,15 градуса), а в подгруппе мужчин – небольшое, но значимое снижение оценки тощей и увеличение оценки жировой массы (в среднем, на 0,3-0,4 кг). В медицинской практике для биоимпедансных измерений рекомендуется использовать одноразовые биоадгезивные электроды с площадью контактной поверхности от 4 см² и выше (Kyle et al., 2004). Данному условию удовлетворяли все рассмотренные нами типы одноразовых (и многоразовых) электродов, при этом электроды Bianostic AT имели примерно вдвое большую площадь поверхности в сравнении с другими (рис. 2). Качество электродов принято оценивать на основе измерения их собственного электрического сопротивления: считается, что идеальный электрод должен иметь как можно меньшее сопротивление, малое по сравнению с сопротивлением увлажнённой кожи человека (Boone, Holder, 1996). На сайте немецкой компании Data Input, выпускающей биоимпедансное оборудование и электроды Bianostic AT, приводится мнение, что собственное активное сопротивление электродов для биоимпедансных измерений в сэндвич-тесте не должно превышать 30 Ом, а реактивное сопротивление – 1 Ом (Available at: <https://data-input.de/bia/english/service/testing-electrodes.php>. Accessed: 09.06.2025). Электроды Bianostic AT, в целом, удовлетворяли этим требованиям (табл. 4). В статье (Boone, Holder, 1996) предельные значения импеданса электродов определяются как 100-200 Ом. Из рассмотренных нами электродов, помимо Bianostic AT, данному условию удовлетворяли только электроды Ambu White Sensor 0415M, Schiller biotabs 23×34 мм, Skintact RT-34 и 2100 Swaro-tab, при этом электроды Ambu White Sensor 0415M и Schiller biotabs 23×34 мм имели необычно высокие значения X50. Наихудшим качеством обладали электроды Eurotrode PFR2034, иногда дававшие отказы при измерениях (в этом случае проводилось повтор-

ное измерение с электродом того же типа), значения собственного импеданса которых превышали 600 Ом (табл. 4). Тем не менее, как уже отмечалось выше, получаемые с использованием применяемых в центрах здоровья одноразовых электродов измеренные значения импеданса обследованных и оценки состава тела были близки между собой, а для электродов Bianostic AT наблюдался небольшой, но значимый сдвиг средних значений признаков. В целом, серьезные отличия электрических свойств большинства наименований поставляемых в Россию одноразовых биоадгезивных электродов от эталонных электродов и наличие спроса означают перспективность разработки и производства отечественных одноразовых биоадгезивных электродов высокого качества для ЭКГ и биоимпедансных измерений. Данные, представленные в таблице 4, также наглядно показывают, что в результате длительного хранения электродов вне герметичной упаковки качество их снижается.

В статье Л. Несколард с соавт. (Nescolarde et al., 2016) рассматривалось потенциальное влияние различий в свойствах одноразовых биоадгезивных электродов на результаты биоимпедансных измерений 35 взрослых людей в положении лёжа по стандартной схеме запястье-голеностоп. Были проанализированы 3 типа ЭКГ электродов язычкового типа с клеящей электропроводящей поверхностью прямоугольной формы (как в нашем исследовании) и 6 типов кнопочных ЭКГ электродов прямоугольной, квадратной или круглой формы с защёлкой. Качество электродов было выше, чем в нашем исследовании (7 из 9 типов электродов имели собственное сопротивление на частоте 50 кГц в пределах 30 Ом, но в одном случае собственное сопротивление превышало 600 Ом). Для электродов Covidien-Kendall/31050522 (Covidien-Kendall, США) и Ambu/SU-00-C (Ambu, Дания) с крайними значениями собственного сопротивления (10,9 Ом и 665,4 Ом) были показаны выраженные различия эллипсов рассеяния обследованной выборки в координатах R50/ДТ, X50/ДТ, что может иметь диагностическое значение и показывает критическую важность использования электродов должного качества в методике векторного анализа биоимпеданса. В работе И. Дюпертуй с соавт. (Dupertuis et al., 2022) проводилось сопоставление трёх различных типов одноразовых биоадгезивных ЭКГ электродов с электродами Bianostic AT в группе из 24 обследо-

Таблица 5. Изменение электрических параметров и оценок состава тела между начальным и заключительным измерением обследованных анализатором ABC-01 «Медасс» на частоте 50 кГц, М (SD)

Table 5. Changes in electrical parameters and body composition estimates between the initial and final measurements of subjects examined using the ABC-01 "Medas" instrument at a frequency of 50 kHz, M (SD)

Параметр Parameters	R50, Ом/ohm	X50, Ом/ohm	Фазовый угол, град./ Phase angle, de- gree	ТМ (тощая масса), кг FFM (fat-free mass), kg	ЖМ (жировая мас- са), кг BF (body fat), kg	%ЖМ (процентное содержание жира в массе тела) %BF (percentage body fat)
Изменение Changes	9,13 (7,40)	2,11 (1,75)	0,10 (0,13)	-0,42 (0,42)	0,43 (0,42)	0,67 (0,54)

Примечания. R50 – активное сопротивление на частоте 50 кГц, X50 – реактивное сопротивление на частоте 50 кГц, ТМ – тощая масса, ЖМ – жировая масса, %ЖМ – процентное содержание жира в массе тела.

Notes. R50 is the resistance at a frequency of 50 kHz, X50 is the reactance at a frequency of 50 kHz, FFM – fat-free mass, BF – body fat, %BF – percentage body fat.

дованных для частот 5, 50 и 100 кГц при измерениях в положении лёжа по стандартной схеме запястье-голеностоп. Для соответствующих частот в указанной группе отсутствовали значимые различия активного сопротивления между различными электродами. На частоте 50 кГц два типа электродов, Ambu Blue Sensor SU-00-C (Ambu, Дания) и 3M Red Dot 2330 (Solventum Corp., США), показали значимые различия X50 и фазового угла в сравнении с Bianostic AT, при этом для электродов Ambu Blue Sensor SU-00-C также наблюдались значимые различия по индексам тощей, жировой массы и %ЖМ (на -0,2 кг/м², -0,3 кг/м² и +1,4% соответственно).

Для устранения влияния многократных измерений анализатором ABC-01 «Медасс» со сменой одноразовых биоадгезивных электродов на результат их сравнения (что может приводить к изменению электрических свойств кожного покрова в участках соприкосновения электродов с кожей и к перераспределению жидкости в организме в результате увеличения длительности обследования) нами применялся рандомизированный порядок применения электродов разных наименований. Данные об изменениях электрических сопротивлений, фазового угла и параметров состава тела между начальным и заключительным измерением (9-м по счёту, с тем же электродом) с использованием анализатора ABC-01 «Медасс» приведены в таблице 5. Средняя длительность интервала времени между начальным и заключительным измерением обследованного составила 14,5±10,2 мин. Значимые корреляции между амплитудой измене-

ния указанных величин и длительностью серии измерений отсутствовали. Результаты оценки изменений величины R50 хорошо согласуются с данными Э. Раш с соавт. (Rush et al., 2006): при 11-минутном мониторинге параметров биоимпеданса у 10 испытуемых в положении лёжа (без замены одноразовых электродов) во всех случаях наблюдалось некоторое увеличение R50, а максимальный прирост показателя не превышал 9 Ом. По данным А. Роос с соавт. (Roos et al., 1991), при нахождении в положении лёжа в течение одного часа прирост R50 при биоимпедансных измерениях взрослого человека составляет порядка 17 Ом.

При сравнении многоцветных электродов для биоимпедансных измерений от ООО «Диамант» и ООО «МКС» значимых межэлектродных различий биоэлектрических параметров и оценок состава тела в группе обследованных при измерениях как анализатором Диамант-АИСТ, так и Здоровье-Экспресс, выявлено не было, что говорит о взаимозаменяемости указанных электродов. Многоцветные электроды производства ООО «МКС» были несколько легче и компактнее. По нашему опыту, они удобнее крепились на запястьях и голеностопах независимо от комплекции обследованных, но были относительно хрупкими. Многоцветные электроды от ООО «Диамант» требовали больше времени на подготовку к применению и менее удобно крепились на запястьях и голеностопах, особенно у людей с ожирением и недостаточным весом, а при активном использовании пружины электродов заметно ослабевали. Отметим, что одним из глав-

ных источников методической погрешности биоимпедансного анализа состава тела является положение электродов во время измерений: смещение электрода на 1 см от должного положения приводит к изменению активного сопротивления на 2% (Bioelectrical impedance analysis... 1996), что в нашем случае даёт погрешность оценки тощей массы порядка 0,6–0,7 кг в подгруппе мужчин и 0,4–0,5 кг в подгруппе женщин. Поэтому надёжность фиксации многоразовых электродов на должных участках тела является существенной характеристикой их качества.

В практике биоимпедансного анализа состава тела чаще всего применяются либо одноразовые биоадгезивные электроды (для измерений в положении лёжа), либо постоянные электроды, встроенные в конструкцию анализатора (для измерений в положении стоя), а идея применения многоразовых электродов, как в случае анализаторов Диамант-АИСТ и Здоровье-Экспресс, используется довольно редко – в том числе, из соображений увеличения риска распространения инфекций и затрат времени на подготовку к измерениям. Оригинальная и удобная для стандартизации измерений по схеме «всё тело» конструкция многоразовых электродов была разработана компанией InBody Corp. (Ю. Корея) для анализатора InBody S10.

Ограничением настоящего исследования является сравнение данных измерений только на частоте 50 кГц (а в случае анализатора Диамант-АИСТ – 28 кГц), традиционно используемой для оценки большинства параметров состава тела в биоимпедансных исследованиях. В статье И. Дюпертюи с соавт. (Dupertuis et al., 2022) при измерениях на частотах 5, 50 и 100 кГц наблюдались более выраженные значимые расхождения реактивного сопротивления и фазового угла для электродов Ambu Blue Sensor SU-00-C с малой площадью поверхности электропроводящего геля для крайних частот 5 и 100 кГц, чем для частоты 50 кГц, по сравнению с Bianostic AT (порядка +11% для частоты 5 кГц и -28% для частоты 100 кГц). За пределами нашей работы также осталась характеристика согласованности изменений биоэлектрических параметров и оценок состава тела с использованием рассмотренных биоимпедансных анализаторов и электродов при различных вмешательствах, примеры таких исследований можно найти в статьях (Tinsley et al., 2020; Stratton et al., 2021).

Выводы

Проведённое исследование выявило значимые расхождения биоэлектрических параметров и оценок состава тела между рассмотренными разновидностями биоимпедансных анализаторов, что означает необходимость их взаимной калибровки для получения сопоставимых результатов. Данные, получаемые в центрах здоровья при измерениях анализатором ABC-01 «Медасс» с использованием рассмотренных типов одноразовых электродов при условии соблюдения методики измерений, можно объединять и анализировать совместно. Многоразовые электроды для биоимпедансных измерений производства ООО «Диамант» и ООО «МКС» практически взаимозаменяемы.

Список литературы

- Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941. 368 с.
Негашева М.А. Основы антропометрии. М: Экон-Информ, 2017. 216 с.
Пермякова Е.Ю., Сипатрова А.Г., Година Е.З., Анисимова А.В., Задорожная Л.В. с соавт. О качестве измерений кожно-жировых складок калиперами и скользящим циркулем // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2021. № 2. С. 5–25. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2021.2.005-020>
Сипатрова А.Г., Година Е.З., Пермякова Е.Ю., Анисимова А.В., Зубко А.В., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела с использованием анализаторов ABC-01 «Медасс» и Диамант-АИСТ: результаты сравнения // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2023. № 2. С. 70–81. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.2.070-081>
Смирнов А.В., Колесников В.А., Николаев Д.В., Ерюкова Т.А. ABC-01 «Медасс»: анализатор оценки баланса водных секторов организма с программным обеспечением (руководство пользователя). М.: НТЦ «Медасс», 2009. 38 с.
Bennett J.P., Cataldi D., Liu Y.E., Kelly N.N., Quon B.K. et al. Variations in bioelectrical impedance devices impact raw measures comparisons and subsequent prediction of body composition using recommended estimation equations. *Clin. Nutr. ESPEN*, 2024, 63, pp. 540–550. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2024.07.009>
Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1996, 64(3 Suppl.), pp. 524S–532S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/64.3.524S>
Boone K.G., Holder D.S. Effect of skin impedance on image quality and variability in electrical impedance tomography: a model study. *Med. Biol. Eng. Comput.*, 1996, 34 (5), pp. 351–354. <https://doi.org/10.1007/BF02520003>
Carter J.E.L., Heath B.H. *Somatotyping: development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 520 p.
Chumlea W.C., Guo S.S., Kuczmarski R.J., Flegal K.M., Johnson C.L. et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int. J.*

Obes., 2002, 26 (12), pp. 1596–1609.
<https://doi.org/0.1038/sj.ijo.0802167>

Dupertuis Y.M., Pereira A.G., Karsegard V.L., Hemmer A., Biolley E. et al. Influence of the type of electrodes in the assessment of body composition by bioelectrical impedance analysis in the supine position. *Clin. Nutr.*, 2022, 41 (11), pp. 2455–2463. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.09.008>

Kushner R.F., Schoeller D.A. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1986, 44 (3), pp. 417–424.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/44.3.417>

Kyle U.G., Bosaeus I., De Lorenzo A.D., Deurenberg P., Elia M. et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin. Nutr.*, 2004, 23 (6), pp. 1430–1453. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>

Nescolarde L., Lukaski H., De Lorenzo A., de-Mateo-Silleras B., Redondo-Del-Río M.P., Camina-Martín M.A. Different displacement of bioimpedance vector due to Ag/AgCl electrode effect. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2016, 70 (12), pp. 1401–1407. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.121>

Roos A.N., Westendorp R.G.J., Froehlich M. Tetrapolar body impedance is influenced by body posture and plasma sodium concentration. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1991, 46 (1), pp. 53–60.

Rudnev S., Burns J.S., Williams P.L., Lee M.M., Korrück S.A. et al. Comparison of bioimpedance body composition in young adults in the Russian Children's Study. *Clin. Nutr. ESPEN*, 2020, 35 (1), pp. 153–161.
<https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.10.007>

Rudnev S.G., Starunova O.A., Godina E.Z., Ivanova A.E., Zubko A.V., Starodubov V.I. The Russian bioimpedance database: an update. *J. Electr. Bioimp.*, 2022, 13, pp. 66–72. <https://doi.org/10.2478/joeb-2022-0010>

Rush E.C., Crowley J., Freitas I.F., Luke A. Validity of hand-to-foot measurement of bioimpedance: standing compared with lying position. *Obesity*, 2006, 14 (2), pp. 252–257. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.32>

Silva A.M., Campa F., Stagi S., Gobbo L.A., Buffa R. et al. The bioelectrical impedance analysis (BIA) international database: aims, scope, and call for data. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2023, 77 (12), pp. 1143–1150.
<https://doi.org/10.1038/s41430-023-01310-x>

Stratton M.T., Smith R.W., Harty P.S., Rodriguez C., Johnson B.A. et al. Longitudinal agreement of four bioimpedance analyzers for detecting changes in raw bioimpedance during purposeful weight gain with resistance training. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2021, 75 (7), pp. 1060–1068.
<https://doi.org/10.1038/s41430-020-00811-3>

Tinsley G.M., Moore M.L., Silva A.M., Sardinha L.B. Cross-sectional and longitudinal agreement between two multifrequency bioimpedance devices for resistance, reactance, and phase angle values. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2020, 74 (6), pp. 900–911. <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0496-8>

Ward L.C. Inter-instrument comparison of bioimpedance spectroscopic analysers. *Open Med. Devices J.*, 2009, 1, pp. 3–10. <https://doi.org/10.2174/1875181400901010003>

References

Bennett J.P., Cataldi D., Liu Y.E., Kelly N.N., Quon B.K. et al. Variations in bioelectrical impedance devices impact raw measures comparisons and subsequent prediction of body composition using recommended estimation equations. *Clin. Nutr. ESPEN*, 2024, 63, pp. 540–550. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2024.07.009>

Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1996, 64(3 Suppl.), pp. 524S–532S.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/64.3.524S>

Boone K.G., Holder D.S. Effect of skin impedance on image quality and variability in electrical impedance tomography: a model study. *Med. Biol. Eng. Comput.*, 1996, 34 (5), pp. 351–354. <https://doi.org/10.1007/BF02520003>

Bunak V.V. *Antropometry*. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).

Carter J.E.L., Heath B.H. *Somatotyping: development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 520 p.

Chumlea W.C., Guo S.S., Kuczmarski R.J., Flegal K.M., Johnson C.L. et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int. J. Obes.*, 2002, 26 (12), pp. 1596–1609.
<https://doi.org/0.1038/sj.ijo.0802167>

Dupertuis Y.M., Pereira A.G., Karsegard V.L., Hemmer A., Biolley E. et al. Influence of the type of electrodes in the assessment of body composition by bioelectrical impedance analysis in the supine position. *Clin. Nutr.*, 2022, 41 (11), pp. 2455–2463. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.09.008>

Kushner R.F., Schoeller D.A. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1986, 44 (3), pp. 417–424.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/44.3.417>

Kyle U.G., Bosaeus I., De Lorenzo A.D., Deurenberg P., Elia M. et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin. Nutr.*, 2004, 23 (6), pp. 1430–1453. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>

Negashcheva M.A. *Anthropometry basics*. Moscow, Ekon-Inform Publ., 2017, 216 p. (In Russ.).

Nescolarde L., Lukaski H., De Lorenzo A., de-Mateo-Silleras B., Redondo-Del-Río M.P., Camina-Martín M.A. Different displacement of bioimpedance vector due to Ag/AgCl electrode effect. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2016, 70 (12), pp. 1401–1407. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2016.121>

Permiakova E.Yu., Sipatrova A.G., Godina E.Z., Anisimova A.V., Zadorozhnaya L.V. et al. On the quality of skinfold measurements using skinfold and sliding calipers. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2021, 2, pp. 5–25. (In Russ.).
<https://doi.org/10.32521/2074-8132.2021.2.005-020>

Roos A.N., Westendorp R.G.J., Froehlich M. Tetrapolar body impedance is influenced by body posture and plasma sodium concentration. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 1991, 46 (1), pp. 53–60.

Rudnev S., Burns J.S., Williams P.L., Lee M.M., Korrück S.A. et al. Comparison of bioimpedance body composition in young adults in the Russian Children's Study. *Clin. Nutr. ESPEN*, 2020, 35 (1), pp. 153–161.
<https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.10.007>

Rudnev S.G., Starunova O.A., Godina E.Z., Ivanova A.E., Zubko A.V., Starodubov V.I. The Russian bioimpedance database: an update. *J. Electr. Bioimp.*, 2022, 13, pp. 66–72. <https://doi.org/10.2478/joeb-2022-0010>

Rush E.C., Crowley J., Freitas I.F., Luke A. Validity of hand-to-foot measurement of bioimpedance: standing compared with lying position. *Obesity*, 2006, 14 (2), pp. 252–257. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.32>

Silva A.M., Campa F., Stagi S., Gobbo L.A., Buffa R. et al. The bioelectrical impedance analysis (BIA) international database: aims, scope, and call for data. *Eur. J.*

Clin. Nutr., 2023, 77 (12), pp. 1143–1150.
<https://doi.org/10.1038/s41430-023-01310-x>

Sipatrova A.G., Godina E.Z., Permiakova E.Yu., Anisimova A.V., Zubko A.V., Rudnev S.G. Bioimpedance assessment of body composition using ABC-01 "Medas" and Diamant-AIST instruments: a comparison. *Lomonosov Journal of Anthropology (Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya)*, 2023, 2, pp. 70–81. (In Russ.).
<https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.2.070-081>

Smirnov A.V., Kolesnikov V.A., Nikolaev D.V., Eryukova T.A. ABC-01 "Medas": Analyzer for the Assessment of Body Fluids Balance with Software (User Manual). Moscow, SRC Medas Publ., 2009. 38 p. (In Russ.).

Stratton M.T., Smith R.W., Harty P.S., Rodriguez C., Johnson B.A. et al. Longitudinal agreement of four bioimpedance analyzers for detecting changes in raw bioimpedance during purposeful weight gain with resistance training. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2021, 75 (7), pp. 1060–1068.
<https://doi.org/10.1038/s41430-020-00811-3>

Tinsley G.M., Moore M.L., Silva A.M., Sardinha L.B. Cross-sectional and longitudinal agreement between two multifrequency bioimpedance devices for resistance, reactance, and phase angle values. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2020, 74 (6), pp. 900–911. <https://doi.org/10.1038/s41430-019-0496-8>

Ward L.C. Inter-instrument comparison of bioimpedance spectroscopic analysers. *Open Med. Devices J.*, 2009, 1, pp. 3–10. <https://doi.org/10.2174/1875181400901010003>

Информация об авторах/ Information about the authors

Руднев Сергей Геннадьевич, доц., к.ф.-м.н.,
Институт вычислительной математики имени
Г.И. Марчука Российской академии наук, Москва,
Российская Федерация;
rdnv2019@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5437-8429>

Анисимова Анна Викторовна, Институт биологии гена
Российской академии наук, Москва, Российская Федерация;
aniat83@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-4584-4867>

Година Елена Зиновьевна, проф., д.б.н., НИИ и Музей
антропологии, Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация;
egodina@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-0692-420X>

Задорожная Людмила Викторовна, к.б.н., НИИ и Музей
антропологии, Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация;
mumla@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3143-3226>

Пермякова Екатерина Юрьевна, к.б.н., НИИ и Музей
антропологии, Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация;
ekaterinapermyakova@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6490-4004>

Хомякова Ирина Анатольевна, к.б.н., НИИ и Музей
антропологии, Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация;
irina-khomyakova@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-2811-2034>

Сипатрова Анастасия Григорьевна,
sipatrovaana@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-3679-1898>

Зубко Александр Владимирович, к.м.н., Центральный науч-
но-исследовательский институт организации и Информа-
тизации здравоохранения Министерства здравоохранения
России, Москва, Российская Федерация;
zalexandrae@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-8958-1400>

Rudnev Sergey G., associate professor, Ph.D.,
Marchuk Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russian Federation;
rdnv2019@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-5437-8429>

Anisimova Anna V., Institute of Gene Biology, Russian Academy
of Sciences, Moscow, Russian Federation;
aniat83@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-4584-4867>

Godina Elena Z., professor, D.Sci., Anuchin Research Institute
and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation;
egodina@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-0692-420X>

Zadorozhnaya Lyudmila V., Ph.D., Anuchin Research Institute
and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation;
mumla@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3143-3226>

Permiakova Ekaterina Yu., Ph.D., Anuchin Research Institute
and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation;
ekaterinapermyakova@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0002-6490-4004>

Khomyakova Irina A., Ph.D., Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State
University, Moscow, Russian Federation;
irina-khomyakova@yandex.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-2811-2034>

Sipatrova Anastasia G., sipatrovaana@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-3679-1898>

Zubko Aleksandr V., Ph.D., Russian Research Institute of Health,
Moscow, Russian Federation;
zalexandrae@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-8958-1400>

Поступила в редакцию 23.07.2025.
Получена после доработки 27.08.2025.
Принята к публикации 27.08.2025.

Received 23.07.2025.
Revised 27.08.2025.
Accepted 27.08.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Обзор / Review

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-8>

УДК/UDC 572.5/.9

**Современные методы определения половой принадлежности
по костям посткраниального скелета человека
(аналитический обзор)**

А.С. Колясникова ✉

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

✉ kas181994@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Определение половой принадлежности индивидуумов по костям посткраниального скелета – важная задача в палеоантропологии и судебной медицине, при фрагментации или отсутствии костей черепа и таза. Традиционный остеометрический подход, основанный на половом диморфизме размерных характеристик, требует учета популяционной специфичности и непрерывно совершенствуется. Целью данного обзора является систематизация и анализ современных методов определения пола по костям посткраниального скелета, базирующихся на остеометрических данных.

Материалы и методы. В обзоре проведен анализ современных научных публикаций, посвященных методам определения пола по посткраниальному скелету. Рассматриваются три основных методологических подхода: методы, основанные на одномерной статистике (анализ отдельных размерных признаков), методы многомерной статистики (дискриминантный анализ, логистическая регрессия), а также современные технологии, включающие использование данных компьютерной томографии (КТ) для 3D-реконструкций и применение алгоритмов машинного обучения (в частности, глубокого обучения) для анализа изображений костей.

Результаты и обсуждение. Одномерные методы сохраняют практическую ценность благодаря простоте применения и возможности работы с фрагментированным материалом, хотя их точность обычно ниже, чем у многомерных. Многомерные статистические модели, учитывающие комплекс взаимосвязанных признаков, обеспечивают более высокую точность определения пола. Ключевым фактором, влияющим на надежность любого метода, является его популяционная специфичность – применение моделей, разработанных для одной популяции, к другой приводит к значительному снижению точности. Интеграция данных КТ и методов искусственного интеллекта открывает новые перспективы для автоматизации, повышения объективности и выявления новых диагностических признаков.

Заключение. Современные методы определения пола по посткраниальному скелету представляют собой развивающийся инструментарий, где традиционные одномерные подходы эффективно дополняются сложными многомерными моделями и инновационными технологиями. Для обеспечения высокой достоверности результатов необходима разработка и валидация популяционно-специфичных стандартов. Будущее направления связано с дальнейшей интеграцией методов 3D-визуализации и машинного обучения, что позволит повысить точность, скорость и объективность экспертной идентификации.

Ключевые слова: определение пола; посткраниальный скелет; остеометрия; половой диморфизм; машинное обучение

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова.

Для цитирования: Колясникова А.С. Современные методы определения половой принадлежности по костям посткраниального скелета человека (аналитический обзор) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 104–111. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-8>

Modern Methods of Sex Estimation from Human Postcranial Bones. A Critical Review

Anna S. Kolyasnikova¹ ✉

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

✉ kas181994@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. Sex determination of individuals from postcranial skeletal bones is a significant task in paleoanthropology and forensic medicine, particularly when skull and pelvic bones are fragmented or absent. The traditional osteometric approach, based on sexual dimorphism in size characteristics, requires consideration of population specificity and is continuously being refined. The aim of this review is to systematize and analyze modern methods for sex determination based on osteometric data from postcranial skeletal bones.

Materials and Methods. This review analyzes contemporary scientific publications dedicated to methods of sex determination from the postcranial skeleton. Three main methodological approaches are considered: methods based on univariate statistics (analysis of individual metric traits), methods of multivariate statistics (discriminant analysis, logistic regression), as well as modern technologies, including the use of computed tomography (CT) data for 3D reconstructions and the application of machine learning algorithms (specifically, deep learning) for bone image analysis.

Results and discussion. Univariate methods retain practical value due to their simplicity of application and suitability for working with fragmented material, although their accuracy is typically lower than that of multivariate methods. Multivariate statistical models, which account for a complex of interrelated traits, ensure higher accuracy in sex determination. A key factor influencing the reliability of any method is its population specificity—applying models developed for one population to another leads to a significant reduction in accuracy. The integration of CT data and artificial intelligence methods opens new prospects for automation, increased objectivity, and the discovery of new diagnostic features.

Conclusion. Modern methods for sex determination from the postcranial skeleton constitute an evolving toolkit, where traditional univariate approaches are effectively complemented by complex multivariate models and innovative technologies. To ensure high result reliability, the development and validation of population-specific standards are necessary. The future of the field is linked to the further integration of 3D visualization and machine learning methods, which will enhance the accuracy, speed, and objectivity of expert identification.

Keywords: sex estimation; postcranial skeleton; osteometry; sexual dimorphism; machine learning

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University.

For citation: Kolyasnikova A.S. Modern Methods of Sex Estimation from Human Postcranial Bone. A Critical Review. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 104-111. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-8>

Введение

Определение пола человека по костям скелета – важная задача, с которой, при работе с костным материалом, регулярно сталкиваются не только палеоантропологи, но и специалисты в области судебной медицины. Несмотря на длительную историю исследования половых различий скелета человека, разработка методов определения половой принадлежности сохраняет свою актуальность и по сей день. Зачастую кости черепа и таза, на которых наиболее выражены половые признаки, сильно фрагментированы или не сохраняются вовсе, в таком случае, для определения пола, целесообразно использовать имеющиеся кости посткраниального скелета. Традиционно используется остеометрический подход, основанный на половом диморфизме размерных характеристик костей: мужской скелет массивнее, чем женский, как ширина костей, так и расстояния между анатомо-топографическими точками у мужчин больше, чем у женщин (Пашкова, 1963). В последние десятилетия этот подход был значительно усовершенствован за счет применения многомерных статистических методов, что позволяет с высокой точностью определить пол индивидуумов даже по отдельным костям. Важнейшим аспектом, который необходимо учитывать при применении методик определения пола по остеометрическим данным, является их популяционная специфичность. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что не существует универсальных критериев для всех этнотерриториальных групп. Например, исследователи М. Искан и П. Миллер-Шайвиц установили, что для европеоидного населения лучшим индикатором пола является окружность диафиза большой берцовой кости (точность определения примерно 77%), в то время как для населения экваториального происхождения и американских индейцев – ее длина (вероятность примерно 81%) (Iskan, MillerShaivitz, 1984). Несомненно, половой диморфизм костей скелета характерен для *Homo Sapiens*, однако, степень его выраженности и характер проявления варьирует в различных популяциях. Это связано с комплексом факторов, таких как генетические особенности, условия среды, характер питания и традиционной хозяйственной деятельности. Целью настоящего обзора является систематизация и анализ

современных методов определения пола по костям посткраниального скелета, базирующихся на остеометрических данных.

Результаты и обсуждение

Методы одномерной статистики

Несмотря на активное развитие многомерных моделей методы, основанные на анализе отдельных размерных признаков, до сих пор не теряют своей актуальности. Основными преимуществами такого подхода являются простота применения и высокая эффективность при работе с фрагментированным костным материалом. Зачастую, исследователи сталкиваются ситуацией, когда для исследования доступна лишь одна кость или часть кости, применение методов многомерной статистики при таких условиях затруднительно. Простота вычислений, не требующая специальной подготовки и программного обеспечения, дает этим методам определенное преимущество при работе в полевых условиях, например, определение пола по длине кости или диаметру эпифиза хорошо работает на начальных этапах идентификации. Современные исследования в этом направлении сосредоточены на уточнении дискриминантных порогов для конкретных популяций, валидации старых методик на новых выборках и поиске новых высокоинформативных признаков на ранее недостаточно изученных костях. Например, исследование О. Экизоглу и соавторов, посвящённое разработке критериев определения пола по шейным позвонкам на основе данных компьютерной томографии жителей Турции (Ekizoglu et al., 2021). Авторами было показано, что максимальная высота тела позвонка (от C2 до C7) демонстрирует наибольшие различия у мужчин и женщин, в то время как переднезадний и поперечный диаметры позвоночного отверстия показали умеренные, но статистически значимые значения диморфизма (Ekizoglu et al., 2021). Одномерный анализ, который применили в данной работе, не только подтвердил наличие выраженных половых различий в размерах шейных позвонков, но и позволил выделить наиболее информативные признаки для последующего построения многомерных классификационных моделей, что в целом характеризует одномерные методы как эффективный инструмент первичного скрининга остеометрических маркеров половой принад-

лежности. Другим примером применения одномерной статистики для определения половой принадлежности индивидуумов по остеометрическим данным служит исследование М. Хан и соавторов (Khan et al., 2020). Для разработки антропометрических стандартов определения пола авторами был проведен анализ различных измерений плечевой кости современного населения Пакистана. В исследовании использовались результаты вскрытий, проведенных на 122 мужчинах и 52 женщинах, для каждой плечевой кости было сделано 6 измерений (максимальная длина, максимальный диаметр головки плечевой кости, вертикальный диаметр головки плечевой кости, поперечный диаметр головки плечевой кости, ширина мышечков и надмышечков). В результате, все шесть измерений демонстрировали статистически значимые различия между мужчинами и женщинами. Наиболее точными показателями в данной группе оказались максимальная длина плечевой кости и вертикальный диаметр головки плечевой кости, которые обеспечивали верность определения пола в 85% случаев. При этом точность для мужчин составила 81%, а для женщин – 94%. Другие измерения показали более низкую точность от 75% до 78% (Khan et al., 2020). Результаты этого исследования внесли вклад в разработку популяционно-специфичных стандартов для Юго-Восточной Азии. В исследовании А.В. Смирнова (Смирнов, 2017) по результатам анализа остеометрических параметров были разработаны критерии определения пола по ключицам. Измерения выполнялись на 232 ключицах из трех остеологических серий: 1 – коллекция кафедры антропологии биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова (русские, середина XX века), 2 – «Старая Ладога» (русские, XVIII век) из остеологического собрания Отдела физической антропологии Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера), 3 – коллекция Terry (отдел физической антропологии Музея естественной истории при Смитсоновском институте, Вашингтон, США) (американцы-европеоиды, XX век). Было проанализировано 13 измерений каждой ключицы и использовано два метода: одномерный и многомерный дискриминантный анализ (ОДА и МДА). В ОДА для каждого из 13 измерений была создана шкала, которая включала в себя пять интервалов: «достоверно мужской», «вероятно мужской», «неопределенный», «вероятно женский» или «до-

стоверно женский». Для МДА были разработаны две математические модели (дискриминантные функции Фишера), которые одновременно учитывают несколько наиболее информативных измерений, точность многомерных моделей составила 82,5–91,2% при проверке на независимой выборке. Авторами было показано, что одномерный анализ позволяет установить половую принадлежность с меньшей вероятностью по сравнению с многомерными моделями, однако он может использоваться в качестве экспресс-метода для быстрой оценки, особенно когда кость фрагментирована и доступен лишь один параметр (Смирнов, 2017).

Таким образом, благодаря простоте использования и возможности применения на фрагментированных костных остатках, методы одномерной статистики не утратили актуальность и могут применяться как отдельно, так и в комплексе с многомерными моделями.

Многомерная статистика

Ключевым преимуществом методов многомерной статистики перед одномерным анализом является их существенно большая диагностическая точность, которая достигается за счет одновременного учета комплекса взаимосвязанных остеометрических признаков, что позволяет модели выявлять скрытые закономерности строения скелета, характерные для каждого пола, обеспечивая точность классификации, достигающую 90% и выше. Одним из существенных ограничений использования методов многомерной статистики является плохая сохранность скелета, которая делает невозможным проведение комплексной оценки размеров из-за фрагментарности костного материала.

В качестве примера применения многомерного дискриминантного анализа можно привести исследование Н. Гаруфи и соавторов (Garoufi et al., 2021), посвященное анализу полового диморфизма шейных позвонков. Измерения проводились на сухих костях из афинской коллекции, которая находится на кафедре физиологии животных и человека Национального университета имени Каподистрии в Афинах (215 индивидуумов, жители Греции XVIII–XIX вв.) и на 3D-моделях, реконструированных по КТ-снимкам, из датской коллекции (117 индивидуумов, кафедра судебной медицины Копенгагенского университета, 2014–2016 гг.). Для анализа авторами были выбраны первый и двенадцатый

грудной позвонок, и первый поясничный позвонок. Для каждого позвонка (T1, T12, L1) проводился стандартный набор линейных измерений (всего 10 параметров), таких как глубина и ширина верхней и нижней замыкательных пластинок, высота тела позвонка, максимальная длина позвонка и др. В основе методологии лежало последовательное применение дискриминантного анализа. На первом этапе с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) и одномерного дискриминантного анализа был выявлен набор отдельных измерений, демонстрирующих статистически значимые различия между полами. Наиболее информативные из этих переменных, такие как максимальная длина позвонка и ширина нижней замыкательной пластинки, были включены в многомерные дискриминантные функции, построенные отдельно для каждого позвонка и каждой популяции. Исследование показало, что первый грудной позвонок является наиболее точным предиктором пола с точностью около 90%. Важным выводом работы стала демонстрация популяционной специфичности моделей: применение дискриминантных функций, созданных для одной популяции, к данным другой приводило к значительному снижению точности классификации – до 55–69%. Этот результат наглядно иллюстрирует, что многомерные статистические модели, несмотря на свою высокую предсказательную силу внутри исследуемой группы, требуют строгой валидации и не могут быть автоматически перенесены на другие популяции без потери точности. Таким образом, данное исследование служит примером применения многомерной статистики для решения задач судебно-антропологической идентификации (Garoufi et al., 2021).

В другом исследовании авторы использовали методы многомерной статистики для оценки половой принадлежности по морфометрическим параметрам грудины у жителей Южной Индии (Chandrakanth et al., 2012). В работе были взяты пять линейных параметров грудины: длина рукоятки, длина тела грудины, общая длина грудины, ширина на уровне первого и третьего ребра. Для анализа данных применялись два основных многомерных метода: дискриминантный анализ и логистическая регрессия. Дискриминантный анализ позволил построить функции, которые разделяют группы мужчин и женщин на основе комбинации измерений. С помощью пошагового метода были отобраны два наиболее

информативных признака: общая длина грудины и ширина на уровне первого ребра. Модель, включающая эти два параметра, показала точность определения половой принадлежности 79,5%. Логистическая регрессия, в свою очередь, использовалась для прогнозирования вероятности принадлежности индивида к мужскому или женскому полу, показала точность определения 81,2%. При этом авторы отметили, что многомерные методы превзошли по точности унивариативные модели, где каждый параметр анализировался отдельно. Это исследование наглядно демонстрирует, что многомерная статистика позволяет повысить точность определения пола за счёт одновременного учёта нескольких взаимодополняющих метрических характеристик (Chandrakanth et al., 2012).

В работе С. Пелег и соавторов (Peleg et al., 2020) были использованы методы многомерной статистики для разработки высокоточных моделей определения пола по измерениям грудины и ребер (с пятого по девятое). В исследовании применялся комплексный подход, включавший многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA) и логистическую регрессию. MANOVA позволил оценить влияние пола, происхождения (европеоиды и афроамериканцы) и их совокупность на линейную комбинацию всех измерений грудины и ребер. Результаты показали, что пол оказывает наибольшее влияние, объясняя 64,3% дисперсии, в то время как совокупность пола и происхождения – лишь 15,5%. Было установлено, что наиболее надежными элементами для определения пола являются грудина, а также левые шестое, восьмое и девятое ребра (Peleg et al., 2020).

Данные компьютерной томографии и машинное обучение

Использование данных компьютерной томографии позволяет перейти от классического анализа измерений кости к работе с 3D реконструкцией, что особенно важно, когда речь идет о фрагментированном или сложно доступном материале (Kim et al., 2013). Использование снимков КТ значительно расширяет возможности исследования, поскольку исключает необходимость взаимодействия с костным материалом и предполагает доступ к виртуальной базе данных (Santarelli et al., 2020; Shim et al., 2025; Jeong et al., 2022). Исследование, проведенное под руководством Ю.Т. Шима (Shim et al., 2025)

базировалось на анализе КТ-снимков 600 жителей Южной Кореи. По данным компьютерной томографии авторами строились точные трехмерные (3D) модели плечевых костей с помощью специализированного программного обеспечения MIMICS, на которых проводились измерения. Полученные данные стали основой для построения дискриминантных моделей. Точность определения пола, достигнутая с использованием 3D моделей, составила 89–93%, что существенно превзошло результаты традиционных методов, основанных на максимальной длине кости (75–76%) (Shim et al., 2025).

Интеграция методов искусственного интеллекта, в частности, глубокого обучения (deep learning) дает возможность анализировать большой массив данных, находить новые закономерности, а также снизить субъективность и ускорить процесс определения пола. Основным ограничением в работе с машинным обучением является необходимость обучающей выборки. Для того, чтобы нейросеть сформировала алгоритм нужно внести данные измерений или изображения костей индивидуумов (фотографии, 3D модели), для которых точно известна половая принадлежность.

В качестве примера можно привести работу Дж. Венемы и соавторов (Venema et al., 2025) в которой было использовано глубокое обучение для определения пола по двумерным фотографиям дистального эпифиза плечевой кости. Исследователи применили метод трансферного обучения к модели ResNet50 (He et al., 2016) используя данные 417 фотографий плечевых костей взрослых индивидуумов средиземноморского происхождения, для которых уже известны половозрастные определения (Лаборатория физической и судебной антропологии Университета Гранады, Испания). Модель обучалась определять пол по фотографиям задней поверхности кости. На тестовой выборке разработанная модель достигла точности 91,03%, превзойдя результат эксперта-антрополога (83,33%), использовавшего визуальный метод, и показав сопоставимую точность с более трудоемким остеометрическим методом. Для интерпретации результатов работы нейросети применялся алгоритм Grad-CAM, который визуализирует области, наиболее значимые для определения пола (Selvaraju et al., 2017). Анализ подтвердил, что модель не только автоматически выявила уже известные антропологам зоны полового диморфизма кости (такие

как форма блоковой вырезки и локтевой ямки), но и обнаружила новую, ранее не описанную область на диафизе кости, потенциально значимую для определения пола (Venema et al., 2023). Данное исследование подчеркивает несколько важных преимуществ использования искусственного интеллекта: автоматизацию трудоемкого процесса, объективность и способность выявлять новые диагностические признаки. Разработанный метод был успешно интегрирован в коммерческую платформу Skeleton-ID для использования в судебной медицине и антропологии (Martos et al., 2024).

Использование специализированного программного обеспечения

Современная судебная антропология активно использует специализированное программное обеспечение для повышения точности и стандартизации процесса определения пола. Одним из наиболее известных примеров является программа Fordisc, которая использует дискриминантные функции, разработанные на основе больших выборок современных популяций. Пользователь вводит остеометрические измерения, и программа автоматически рассчитывает вероятность принадлежности индивидуума к мужскому или женскому полу, а также к определенной популяции. Это позволяет минимизировать субъективность и человеческий фактор, а также ускоряет процесс анализа. Однако важно помнить, что точность таких программ зависит от популяционной специфичности встроенных формул. Поэтому результаты, полученные с помощью Fordisc, должны интерпретироваться с учетом происхождения исследуемых останков и, при необходимости, дополняться другими методами (Williams et al., 2005).

Заключение

Настоящий обзор показывает, что современные методы определения пола по посткраниальному скелету представляют собой арсенал инструментов, эффективность которых непрерывно растет. Одномерные методы остаются актуальными благодаря своей простоте и возможности применения к фрагментированным останкам, тогда как многомерные подходы (дискриминантный анализ, логистическая регрессия) используют комплекс значений и обеспечивают более высокую точность определения

пола. Важным фактором, определяющим надежность любой методики, является ее популяционная специфичность, что подчеркивает необходимость разработки и валидации стандартов для различных этнотерриториальных групп. Интеграция современных технологий, таких как 3D реконструкция и машинное обучение, открывает новые перспективы для повышения точности, автоматизации и объективности идентификации пола.

Список литературы

Пашкова В.И. Очерки судебно-медицинской остеологии. Определение пола, возраста и роста по костям скелета человека. М.: Медгиз. 1963. 156 с.

Смирнов А.В. Определение половой принадлежности по остеометрическим признакам скелетированных ключиц // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. № 12. Т. 19. С. 272–276.

Chandrakanth H.V., Kanchan T., Krishan K., Arun M., Kumar G.N. Estimation of age from human sternum: an autopsy study on a sample from South India. *Int. J. Legal Med.*, 2012, 126 (6), pp. 863–868.

Ekizoglu O., Hocaoglu E., Inci E., Karaman G., Garcia-Donas J. et al. Virtual morphometric method using seven cervical vertebrae for sex estimation on the Turkish population. *Int. J. Legal Med.*, 2021, 135 (5), pp. 1953–1964. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02510-5>

Garoufi N., Bertatos A., Chovalopoulou M.E., Vlachodimitropoulos D., Villa Ch. Forensic sex estimation using the vertebrae: an evaluation on two European populations. *Int. J. Legal Med.*, 2020, 134, pp. 2307–2318. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02430-w>

He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition. In: *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016, pp. 770–778.

Iskan M.Y., Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the tibia. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1984, 63, pp. 54–57.

Jeong Y. H., Koo H. N., Kim Y. S., Lee B., Kim S., Shim Y. Using 3D images of Korean's mastoid process to estimate sex: A metric study. *Forensic Imaging*, 2022, 31, 200527.

Khan M., Gul H., Mansor Nizami S. Determination of Gender from Various Measurements of the Humerus. *Cureus*, 2020, 12 (1), e6598. <https://doi.org/10.7759/cureus.6598>

Kim D.I., Lee U.Y., Park S.O., Kwak D.S., Han S.H. Identification using frontal sinus by three-dimensional reconstruction from computed tomography. *J. Forensic Sci.*, 2013, 58 (1), pp. 5–12.

Martos R., Ibáñez O., Mesejo P. Artificial intelligence in forensic anthropology: State of the art and Skeleton-ID project. *Methodological and Technological Advances in Death Investigations*, 2024, 83–153.

Peleg S., Pelleg Kallevag R., Dar G., Steinberg N., Masharawi Y., et al. New methods for sex estimation using sternum and rib morphology. *Int. J. Legal Med.*, 2020, 134, pp. 1519–1530. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02266-4>

Santarelli C., Argenti F., Uccheddu F., Alparone L., Carfagni M. Volumetric interpolation of tomographic se-

quences for accurate 3D reconstruction of anatomical parts. *Comput. Methods Programs Biomed.*, 2020, 194, 105525. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105525>

Selvaraju R.R., Cogswell M., Das A., Vedantam R., Parikh D. et al. Grad-cam: visual explanations from deep networks via gradient-based localization. In: *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2017, pp. 618–626.

Shim Y.T., Kim W.K., Hyun J.Y., Choi S. et al. Sex estimation using humerus volume in a Korean population with varying bone preservation. *Sci. Rep.*, 2025, 15, 29485.

Shim Y.T., Jeong Y.H., Kim Y.S., Aum N., Choi S.G. et al. Estimation of forensic sex based on three-dimensional reconstruction of skull in Korean: non-metric study. *Korean J. Leg. Med.*, 2021, 45 (3), pp. 79–86.

Venema J., Peula D., Irurita J., Mesejo P. Employing deep learning for sex estimation of adult individuals using 2D images of the humerus. *Neural Comput. & Applic.*, 2023, 35, pp. 5987–5998. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07981-0>

Williams, Belcher R.L., Armelagos G.J. Forensic Misclassification of Ancient Nubian Crania: Implications for Assumptions about Human Variation. *Curr. Anthropol.*, 2005, 46 (2), pp. 340–346.

References

Chandrakanth H.V., Kanchan T., Krishan K., Arun M., Kumar G.N. Estimation of age from human sternum: an autopsy study on a sample from South India. *Int. J. Legal Med.*, 2012, 126 (6), pp. 863–868.

Ekizoglu O., Hocaoglu E., Inci E., Karaman G., Garcia-Donas J. et al. Virtual morphometric method using seven cervical vertebrae for sex estimation on the Turkish population. *Int. J. Legal Med.*, 2021, 135 (5), pp. 1953–1964. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02510-5>

Garoufi N., Bertatos A., Chovalopoulou M.E., Vlachodimitropoulos D., Villa Ch. Forensic sex estimation using the vertebrae: an evaluation on two European populations. *Int. J. Legal Med.*, 2020, 134, pp. 2307–2318. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02430-w>

He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition. In: *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2016, pp. 770–778.

Iskan M.Y., Miller-Shaivitz P. Determination of sex from the tibia. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1984, 63, pp. 54–57.

Jeong Y. H., Koo H. N., Kim Y. S., Lee B., Kim S., Shim Y. Using 3D images of Korean's mastoid process to estimate sex: A metric study. *Forensic Imaging*, 2022, 31, 200527.

Khan M., Gul H., Mansor Nizami S. Determination of Gender from Various Measurements of the Humerus. *Cureus*, 2020, 12 (1), e6598. <https://doi.org/10.7759/cureus.6598>

Kim D.I., Lee U.Y., Park S.O., Kwak D.S., Han S.H. Identification using frontal sinus by three-dimensional reconstruction from computed tomography. *J. Forensic Sci.*, 2013, 58 (1), pp. 5–12.

Martos R., Ibáñez O., Mesejo P. Artificial intelligence in forensic anthropology: State of the art and Skeleton-ID project. *Methodological and Technological Advances in Death Investigations*, 2024, 83–153.

Pashkova V.I. *Essays on Forensic Osteology. Determination of Sex, Age and Height from Human Skeletal Bones*. Moscow, Medgiz Publ., 1963, 156 p. (In Russ.).

Peleg S., Pelleg Kallevag R., Dar G., Steinberg N., Masharawi Y., et al. New methods for sex estimation using sternum and rib morphology. *Int. J. Legal Med.*, 2020, 134, pp. 1519–1530. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02266-4>

Santarelli C., Argenti F., Uccheddu F., Alparone L., Carfagni M. Volumetric interpolation of tomographic sequences for accurate 3D reconstruction of anatomical parts. *Comput. Methods Programs Biomed.*, 2020, 194, 105525. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105525>

Selvaraju R.R., Cogswell M., Das A., Vedantam R., Parikh D. et al. Grad-cam: visual explanations from deep networks via gradient-based localization. In: *IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2017, pp. 618–626.

Shim Y.T., Kim W.K., Hyun J.Y., Choi S. et al. Sex estimation using humerus volume in a Korean population with varying bone preservation. *Sci. Rep.*, 2025, 15, 29485.

Shim Y.T., Jeong Y.H., Kim Y.S., Aum N., Choi S.G. et al. Estimation of forensic sex based on three-dimensional reconstruction of skull in Korean: non-metric study. *Korean J. Leg. Med.*, 2021, 45 (3), pp. 79–86.

Smirnov A.V. Sex determination by osteometric features of skeletonized clavicles. *Health and Education in the XXI Century*, 2017, 12 (19)? pp. 272–276. (In Russ.).

Venema J., Peula D., Irurita J., Mesejo P. Employing deep learning for sex estimation of adult individuals using 2D images of the humerus. *Neural Comput. & Applic.*, 2023, 35, pp. 5987–5998. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07981-0>

Williams, Belcher R.L., Armelagos G.J. Forensic Misclassification of Ancient Nubian Crania: Implications for Assumptions about Human Variation. *Curr. Anthropol.*, 2005, 46 (2), pp. 340–346.

Информация об авторе/ Information about the author

Колясникова Анна Сергеевна, к.б.н.,
НИИ и Музей антропологии, Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская
Федерация;

kas181994@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2278-5948>

Kolyasnikova Anna Sergeevna, Ph.D., Anuchin Research
Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow
State University, Moscow, Russian Federation;

kas181994@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-2278-5948>

Поступила в редакцию 02.12.2025.
Получена после доработки 09.12.2025.
Принята к публикации 09.12.2025.

Received 02.12.2025.

Revised 09.12.2025.

Accepted 09.12.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-9>

УДК/UDC 572.5; 7

Метод индексов в межгрупповом сравнении: возможности и ограничения

Е.Л. Воронцова ✉

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

✉ e.l.vorontsova@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. В работе исследуется применимость метода индексов в антропологии для сравнения остеологических серий, оценивается, насколько надёжны выводы, сделанные на основе расчётных показателей, по сравнению с анализом исходных морфологических признаков.

Материалы и методы. Работа выполнена на двух мужских остеологических сериях из некрополя при костёле Божьего Тела в Несвиже, Беларусь: 1) нативные и потревоженные захоронения вокруг костёла (предположительно XVIII век); 2) разрозненные кости из-под пола крипты (предположительно XVII век). На базе стандартных остеометрических признаков был рассчитан ряд указателей. Интерпретация значений индексов осуществлялась по литературным источникам. Достоверность различий серий определена с помощью t-критерия Стьюдента; визуализация результатов выполнена посредством лепестковых диаграмм.

Результаты. Для обеих серий значения ряда индексов (морфологической ширины лопатки, массивности плечевой, лучевой, бедренной костей и локтевой кости серии из крипты, большинство индексов поперечного сечения диафизов) находятся в пределах колебаний групповых средних современного человека; некоторые указатели превышают их (массивность больших берцовых костей и правых ключиц обеих серий, правой локтевой кости с кладбища). Достоверные отличия серий выявлены по следующим индексам: массивности правых плечевых костей; индексов сечений середины диафиза обеих бедренных костей, верхней части диафизов обеих локтевых и середины диафиза левой большой берцовой кости.

Обсуждение. Анализ показал, что индексы дают менее выраженную картину различий, чем исходные признаки. Причина – в особенностях расчёта: индекс как процентное отношение меньшего размера к большему может маскировать реальные морфологические отличия. Кроме того, для многих индексов отсутствуют чёткие рубрикации, что затрудняет интерпретацию.

Заключение. Метод индексов не может быть основополагающим для выявления сходства/различия остеологических серий без учёта средних значений исходных размеров. Простота и удобство метода остаются его бесспорными достоинствами, однако требуется разработка рубрикаций для индексов посткраниального скелета на больших массивах данных. Результаты сравнения изученных серий по индексам не противоречат выводам, полученным при анализе абсолютных размеров костей. Вероятность неоднородного формирования двух частей некрополя не опровергается.

Ключевые слова: палеоантропология; остеология; метод индексов; Несвиж; костёл Божьего Тела; некрополь

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова.

Для цитирования: Воронцова Е.Л. Метод индексов в межгрупповом сравнении: возможности и ограничения // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 112–120. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-9>

The index method for comparing groups: possibilities and limitations

Elena L. Vorontsova ✉

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

✉ e.l.vorontsova@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The article discusses the possibilities of applying the index method for comparing osteological series in anthropology. It evaluates how reliable the conclusions drawn from calculated indicators are, in comparison with the analysis of original morphological traits.

Materials and methods. Two male osteological series from the necropolis at the Corpus Christi Church in Nesvizh, Belarus, were examined in this study: 1) native and disturbed burials around the church (presumably 18th century); 2) dispersed bones from under the crypt floor (presumably 17th century). Several indices were calculated based on standard osteometric measurements. The interpretation of index values was carried out using literary sources. The significance of differences between the series was assessed using Student's t-test; the results were visualized through radar charts.

Results. The values of several indices for both series (morphological width of the scapula, robustness of the humerus, radius, femur, and ulna from the crypt series, as well as most diaphyseal cross-sectional indices) fall within the range of variation of modern human group averages. Some indices exceed these averages (robustness of the tibiae and right clavicles in both series; robustness of the right ulna from the cemetery series). The series show statistically significant differences in the following indices: robustness of the right humeri; cross-sectional indices at the mid-diaphysis of both femora; indices at the upper diaphysis of both ulnae; cross-sectional index at the mid-diaphysis of the left tibia.

Discussion. The analysis showed that indices provide a less pronounced picture of differences compared to the original osteometric measurements. This is due to the specifics of the calculation: an index, as a percentage ratio of a smaller dimension to a larger one, can mask real morphological differences. Moreover, the lack of clear categorization schemes for many indices complicates their interpretation.

Conclusion. The index method, without taking into account the mean values of the original osteometric measurements, cannot serve as the fundamental approach for identifying similarities or differences between osteological series. The undeniable advantages of the index method are its simplicity and convenience. However, it is necessary to work on developing categorization schemes for postcranial skeletal indices using large datasets. The results of comparing the studied series using indices do not contradict the conclusions obtained from the analysis of absolute bone dimensions. The possibility of heterogeneous formation of the two parts of the necropolis is not refuted.

Keywords: paleoanthropology; osteology; index method; Nesvizh; the Corpus Christi Church; necropolis

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University.

For citation: Vorontsova E.L. The index method for comparing groups: possibilities and limitations. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 112–120. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-9>

Введение

Метод индексов, как аппарат количественной оценки тела человека, применяется с 1842 года, когда шведский натуралист Андреас Ретциус предложил использовать головной указатель в качестве критерия расовой диагностики черепов (Рогинский, Левин, 1978). За прошедшие почти два столетия антропологами было предложено значительное число индексов, позволяющих охарактеризовать форму мозгового и лицевого черепа, пропорции конечностей, форму тела и т.д. (например, Алексеев, 1966; Морфология человека, 1990). Но уже в конце XIX в. выяснились недостатки метода индексов, связанные, прежде всего, с влиянием числа знаменателя на результат (Дерябин, 2009). Однако метод индексов позволяет быстро оценить форму изучаемого объекта, поэтому его продолжают активно использовать, в том числе и в антропологии (Петрова, 2023; Алёшина, Аверьянова, 2024; Буряк, Гончарова, 2024; Кокоба, 2024; Рзаева, Писарик, 2025). Некоторые исследователи придают индексам исключительное значение и не публикуют даже средние значения исходных признаков (Боруцкая, 2019; 2023; 2025; Боруцкая, Васильев, 2020; 2024).

Целью данной работы стала оценка возможности использования вычисленных индексов при сравнении остеологических серий.

Материалы и методы

Предлагаемая работа выполнена на базе двух мужских остеологических серий из некрополя при костёле Божьего Тела в городе Несвиже, Республика Беларусь: 1) нативные и потревоженные захоронения с территории вокруг костёла, датируемые, вероятно, XVIII веком; 2) разрозненные кости из-под пола крипты, относящиеся, по-видимому, к XVII веку (Скепьян с соавт., 2020а; 2020б; Воронцова, 2025). Сбор данных и создание баз данных осуществлено в 2018-2019 гг. при поддержке гранта РФФИ № 18-59-00011 Бел_а.

Измерения проводились по стандартной методике (Алексеев, 1966); по полученным данным (Воронцова, 2025) был рассчитан ряд указателей. Оценка величины индексов осуществлялась по информации из литературных источников (Бунак с соавт., 1941; Алексеев, 1966; Рогинский, Левин, 1978; Хрисанфова, 1978;

Морфология человека, 1990). Достоверность различий серий проверялась *t*-критерием Стьюдента; визуализация осуществлена с помощью лепестковых диаграмм, на которых средние значения указателей с кладбища выражены в процентах значений крипты.

Результаты

В таблице 1 представлены значения индексов для серии из крипты, в таблице 2 – для серии с кладбища.

Для обеих серий в рамках колебаний групповых средних современного человека находятся значения следующих индексов: морфологической ширины лопатки (2/1); массивности плечевой (7/1 и 7a/1), лучевой (3/2) и бедренной (8/2) костей, а также локтевой кости (3/2) для серии из крипты. Указатель массивности правой локтевой кости серии с кладбища несколько превышает верхний предел группового размаха (12,7-16,8).

В обеих сериях средние значения указателей массивности больших берцовых костей (10/1) превышают верхние границы вариации групповых средних (20-22). Кроме того, несколько большие значения в обеих сериях имеют указатели массивности правых ключиц (групповые средние 22-27).

Для обеих серий указатели поперечного сечения диафизов определяются как стенобрахия (Humerus 6/5), платорадия (Radius 5/4), платоления (Ulna 11/12), эуримерия (Femur 10/9), эурикнемия (Tibia 9/8 и 9a/8a). Диафиз правой локтевой кости в верхней части (13/14) для серии из крипты характеризуется гиперэурилением; для правой кости из крипты и для обеих сторон серии с кладбища – эурилением. Индекс пиллястрии бедренной кости (6/7a) находится в границах вариации групповых средних современного человека (100-122).

На рисунке 1 приведены диаграммы сравнения серий с кладбища и из крипты по индексам массивности костей. Сюда включены указатели, определяющие поперечное развитие диафиза относительно длины кости, а также степень развития локтевого отростка локтевой кости. Хорошо видно, что плечевые и локтевые кости обеих сторон серии с кладбища имеют большую массивность, а бедренные, наоборот, грацильнее. Однако достоверные отличия выявлены только для плечевой кости правой стороны ($p < 0,05$).

Таблица 1. Статистические характеристики остеологических индексов серии мужских скелетов из крипты костёла Божьего Тела в Несвиже
Table 1. Statistical characteristics of the osteological indexes of the male series from the crypt of the Corpus Christi Church in Nesvizh

Индекс/Index	Dexter					Sinister				
	N	M	Min	Max	SD	N	M	Min	Max	SD
Clavicula 6/1	15	27,9	21,8	32,8	2,66	17	27,1	23,7	32,3	2,60
Scapula 2/1	6	64,6	58,0	70,9	5,04	4	66,9	63,1	70,4	3,604
Humerus 7/1	42	19,7	17,4	24,5	1,39	37	19,7	16,5	23,8	1,36
Humerus 7a/1	42	21,1	18,7	26,5	1,46	38	20,9	18,3	26,2	1,52
Humerus 6/5	42	78,6	68,0	89,4	5,37	38	79,4	60,7	95,5	7,45
Radius 3/2	41	19,0	16,5	22,3	1,24	50	18,8	15,8	22,5	1,21
Radius min/max	41	63,2	52,5	73,7	4,93	50	65,1	56,4	77,4	4,45
Ulna 3/2	40	16,5	13,7	20,5	1,36	45	16,2	13,1	19,4	1,31
Ulna 1/2	40	114,1	108,7	116,8	1,87	44	114,0	108,3	117,5	1,91
Ulna 11/12	41	77,2	64,3	91,2	5,30	45	74,8	54,8	85,3	6,34
Ulna 13/14	41	83,2	66,7	100,0	7,66	45	117,5	88,2	150,0	12,75
Femur 8/2	42	20,3	17,9	23,8	1,23	47	20,4	17,2	23,7	1,24
Femur 0,5*(6+7a)	43	29,7	25,5	32,5	1,81	48	30,0	25,5	37,0	2,24
Femur 6/7a	43	106,3	93,3	124,1	7,22	48	105,1	91,7	124,1	8,25
Femur 7a/21	40	34,5	29,4	39,2	2,45	47	35,2	29,9	43,9	2,70
Femur 10/9	43	87,9	75,0	106,3	7,07	48	88,2	74,3	108,6	7,60
Tibia 9/8	44	77,9	64,5	92,1	5,00	39	75,8	62,5	86,5	6,02
Tibia 9a/8a	44	75,3	63,9	93,1	5,67	38	72,7	56,8	87,2	7,02
Tibia 3/1	45	21,2	18,3	23,6	1,27	38	21,5	18,1	24,0	1,31
Tibia 10/1	44	23,6	20,4	29,6	1,59	39	23,7	21,1	29,8	1,63
Tibia 10b/1	44	21,4	19,2	26,8	1,51	39	21,3	18,4	27,5	1,74

Таблица 2. Статистические характеристики остеологических индексов серии мужских скелетов с кладбища при костёле Божьего Тела в Несвиже
Table 2. Statistical characteristics of the osteological indexes of the male series from the cemetery at the Corpus Christi Church in Nesvizh

Индекс/Index	Dexter					Sinister				
	N	M	Min	Max	SD	N	M	Min	Max	SD
Clavicula 6/1	36	27,7	23,4	34,3	3,11	37	26,7	20,5	33,6	2,85
Scapula 2/1	22	63,3	57,6	70,4	2,96	22	66,4	57,4	79,1	5,03
Humerus 7/1	17	20,5	18,8	22,5	1,16	19	20,3	18,8	22,5	0,99
Humerus 7a/1	17	22,0	20,1	24,3	1,34	19	21,6	19,3	24,2	1,32
Humerus 6/5	19	76,9	69,8	89,4	4,27	20	77,4	66,7	85,4	4,15
Radius 3/2	18	19,1	17,1	21,1	1,23	18	18,7	15,0	21,0	1,40
Radius min/max	21	62,6	55,0	71,0	3,92	23	65,2	56,4	76,5	4,21
Ulna 3/2	18	17,1	14,6	19,5	1,51	23	16,5	14,2	18,9	1,39
Ulna 1/2	18	114,4	112,1	116,0	1,19	22	114,3	112,3	116,9	1,32
Ulna 11/12	22	75,2	66,7	87,5	5,15	25	74,6	65,0	83,3	5,43
Ulna 13/14	23	97,8	76,6	112,8	7,84	26	97,1	78,6	117,6	8,43
Femur 8/2	23	19,9	18,4	22,2	0,97	21	19,9	18,8	21,3	0,76
Femur 0,5*(6+7a)	25	28,5	25,3	31,5	1,65	22	28,9	26,0	31,8	1,67
Femur 6/7a	25	105,1	94,7	117,2	7,58	22	103,2	90,9	121,2	8,63
Femur 7a/21	24	34,6	30,2	37,3	1,90	20	35,4	31,1	38,8	1,92
Femur 10/9	27	85,1	67,1	96,9	7,40	22	87,5	68,5	108,1	10,33
Tibia 9/8	19	77,5	70,6	93,1	5,71	23	79,5	67,6	91,7	6,09
Tibia 9a/8a	22	76,7	66,7	84,4	5,91	23	76,1	63,5	87,5	6,02
Tibia 3/1	17	21,1	18,5	23,2	1,41	18	21,2	19,8	22,8	0,95
Tibia 10/1	17	23,8	21,9	26,4	1,10	18	23,7	21,8	27,0	1,50
Tibia 10b/1	17	21,7	19,9	23,4	0,93	18	21,2	19,4	23,0	0,95

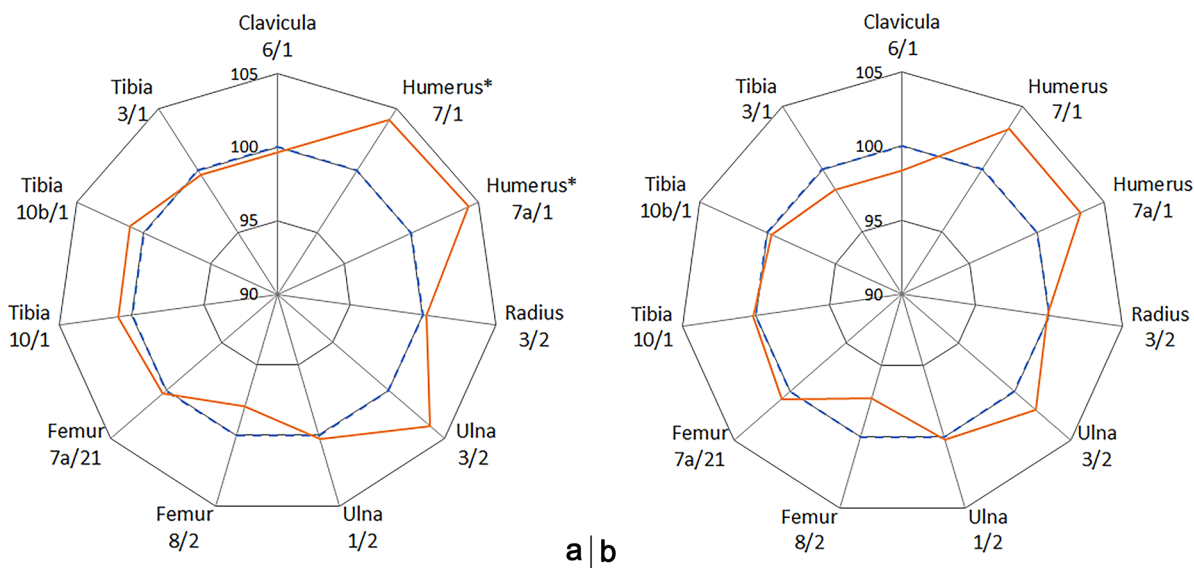


Рисунок 1. Сравнение средних величин индексов массивности костей двух мужских серий из некрополя при костёле Божьего Тела в Несвиже. Нумерация признаков приведена в соответствии со стандартной остеометрической методикой (Алексеев, 1966)
Figure 1. Comparison of the average values of the bone massiveness indexes of two male series from the necropolis near the Corpus Christi Church in Nesvizh. The numbering of the measurements is given in accordance with the standard osteometric method (Alekseev, 1966)

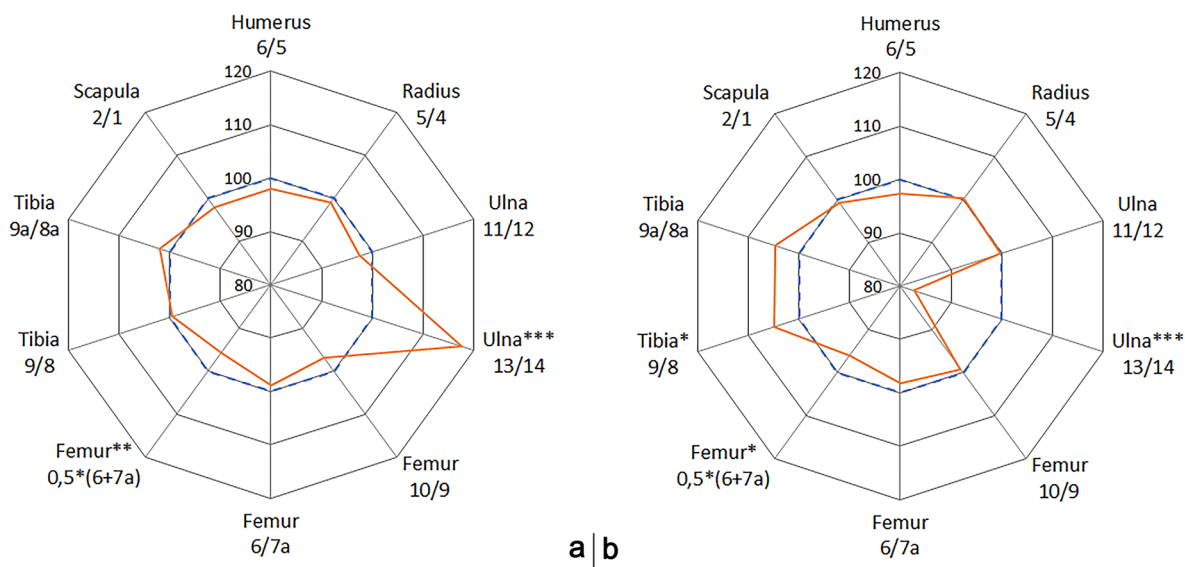


Рисунок 2. Сравнение средних величин индексов поперечного сечения диафиза костей двух мужских серий из некрополя при костёле Божьего Тела в Несвиже. Нумерация признаков приведена в соответствии со стандартной остеометрической методикой (Алексеев, 1966)
Figure 2. Comparison of the average values of bone diaphysis cross-section indexes of two male series from the necropolis near the Corpus Christi Church in Nesvizh. The numbering of the measurements is given in accordance with the standard osteometric method (Alekseev, 1966)

Примечания к Рисункам 1 и 2. Значения индексов серии с кладбища выражены в процентах значений серии из крипты. Достоверные отличия отмечены звёздочками: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Notes for Figures 1 and 2. The average values of the indexes of the series from the cemetery are expressed as a percentage of the values of the series from the crypt. Significant differences marks by stars * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

На рисунке 2 приведено соотношение индексов сечения диафизов на разных уровнях, а также указатель морфологической ширины лопатки. Для костей правой стороны тела (рис. 2а) существенные отличия имеются только для среднего значения диаметра середины диафиза бедренной кости ($p < 0,01$), который в серии с кладбища имеет меньшее значение, и для диафиза локтевой кости в верхней части, причём в серии с кладбища этот индекс значительно выше ($p < 0,001$). На левых костях (рис. 2б) достоверные отличия выявлены для следующих указателей: средняя величина диаметра середины диафиза бедра ($p < 0,05$) – на кладбище меньше; указатель поперечного сечения середины диафиза большой берцовой кости ($p < 0,05$) – на кладбище больше; указатель диафиза локтевой кости в верхней части ($p < 0,001$) – в серии с кладбища значительно меньше.

Обсуждение

Если сопоставить отличия костей двух наших серий по индексам и исходным признакам (Воронцова, 2025), то можно увидеть, что последние демонстрируют более яркую картину, чем рассчитанные на их базе индексы. Например, для правой плечевой кости выявлены отличия по индексам прочности на уровне минимальной окружности и окружности середины диафиза. Сами эти признаки не имеют достоверных отличий по группам, а различия между индексами связаны исключительно с влиянием наибольшей длины кости, входящей в знаменатель. Для левой кости индексы не сработали вообще, хотя наибольшая длина отличается при том же уровне достоверности. При этом уровень достоверности обоих индексов ($p < 0,05$) ниже, чем для исходного признака ($p < 0,01$). По локтевой кости выявлены отличия только по одному признаку – верхнему поперечному диаметру – и для правой, и для левой костей ($p < 0,001$). Этот же уровень достоверности отличий определяется и по индексам платолении. Два диаметра середины бедренной кости – сагиттальный и поперечный – достоверно различаются только для правой кости ($p < 0,05$). Для полусуммы этих признаков различия выявляются на обеих сторонах, причём достоверность повышается (для правой $p < 0,01$; для левой $p < 0,05$). Ещё один индекс, имеющий достоверные различия – указатель поперечного сечения середины диафиза левой большой берцовой кости ($p < 0,05$). По отдельности ни поперечный, ни сагиттальный

диаметры середины диафиза достоверно не отличаются. В остальных случаях различий по индексам не отмечается, несмотря на яркие различия исходных признаков. Таким образом, можно видеть, что в случае сравнения наших групп методом индексов мы получили менее яркую картину различий, чем в случае сравнения на базе исходных признаков.

Метод индексов постоянно подвергается критике. Однако, по-видимому, исследователям не всегда достаёт представления о геометрической интерпретации работы этого метода. Поэтому позволим себе продемонстрировать наглядно работу индексов для цели сравнения групп.

Итак, большинство используемых в антропологии индексов определяется как процентное отношение меньшего размера к большему. Разберём ситуацию на примере прямоугольников.

1. Предположим, что в трёх исследуемых группах некий индекс I оказался равен (рис. 3). Такое происходит, когда обе величины изменяются пропорционально. Однако, не имея представления об исходных размерах, мы рискуем оказаться в положении «глупого Гулливера», который не может отличить лилипута от великана.

2. В случае, если индексы различны, не имея представления о реальных величинах признаков, мы опять же не можем судить о причине этих различий. Например, в одной из групп исследуемый индекс ниже, чем в другой. Такое может произойти, как за счёт уменьшения числителя, так и за счёт увеличения знаменателя (рис. 4).

Возвращаясь к рисунку 3, стоит вспомнить, что в антропологических работах уже давно показано, что пропорциональное увеличение продольных и поперечных размеров – явление редкое, если вообще существующее. Поперечные размеры ведут себя более инертно, чем продольные, т.е. увеличение длины (тела или отдельной кости) сопряжено с грацилизацией (Рогинский, Левин, 1978; Морфология человека, 1990; Дерябин, 2009).

Таким образом, в случае отсутствия исходных размеров, выносить суждение о сходстве или различии групп вообще не представляется возможным. Однако, видя сходство или различия исходных признаков можно даже без дополнительных расчётов судить о форме изучаемого предмета (в нашем случае, о грацильности или массивности костей, например).

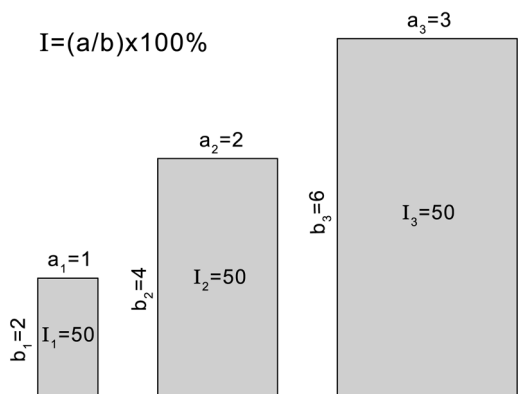


Рисунок 3. Пример равенства значений индексов при пропорциональном изменении размеров
 Figure 3. An illustrative example of the equality of index values with proportional size changes

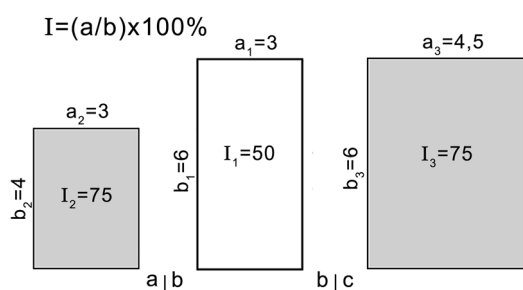


Рисунок 4. Пример увеличение значения индекса (b) в 1,5 раза в случае уменьшения знаменателя (a) и в случае увеличения числителя (c)
 Figure 4. An illustrative example of a 1.5-fold increase in the index value (b):
 a) when the denominator decreases;
 c) when the numerator increases

Другая проблема метода индексов заключается в отсутствии рубрикаций. Большинство указателей в остеологии разрабатывались для целей антропогенеза. Для современного населения часто имеются указания лишь на размах вариаций, а рубрикации приведены только для указателя поперечного сечения диафиза плеча, указателя платолении и поперечного сечения диафиза локтевой кости, указателя поперечного сечения диафиза лучевой кости, указателей платиметрии и кнемии (Бунак с соавт., 1941; Алексеев, 1966; Рогинский, Левин, 1978; Хрисанфова, 1978; Морфология человека, 1990). В остальных случаях для современного человека,

если и имеются значения индексов, то только размах вариаций. И, как следствие, авторы придают значениям индексов категории «большой», «средний» или «малый», видимо, в зависимости от того, к верхней или нижней границе вариации он тяготеет (Рашковская с соавт., 2024; 2025; Боруцкая, 2025).

Заключение

Сравнение двух серий костных останков из некрополя XVII-XVIII веков при костёле Божьего Тела в г. Несвиже по величине индексов не противоречит выводам, полученным при сравнении этих серий по абсолютным размерам костей. Вероятность неоднородного формирования двух частей некрополя не может быть опровергнута (Скепян с соавт., 2020а, 2020б; Воронцова, 2025).

Проведённое исследование наглядно показывает, что метод индексов не может считаться основополагающим для целей выявления сходства или различия двух и более серий и не может применяться без указания средних значений исходных размеров.

Простота описания формы объекта методом индексов, удобство этого метода являются бесспорными достоинствами его. Рубрикация указателей для элементов посткраниального скелета является актуальной задачей, требующей большого массива индивидуальных данных.

Список литературы

Алексеев В.П. Остеометрия: Методика антропологических исследований. М.: Наука. 1966. 253 с.
 Алёшина О.О., Аверьянова И.В. Анализ показателей физического развития в зависимости от индекса массы тела среди подростков мужского пола Магаданской области // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2024. № 1. С. 67-76. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24>
 Боруцкая С.Б. Остеометрическое исследование некрополя Батальное (Ленинский район, Республика Крым) // Вестник антропологии. 2019. № 4 (48). С. 235-242. <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2019-48-4/235-242>
 Боруцкая С.Б. Остеометрическое исследование крымскотатарского некрополя XIX–XX вв. Бахчи-Эли // Вестник антропологии. 2023. № 4. С. 349-357. <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2023-4/349-357>
 Боруцкая С.Б. Комплексное остеологическое исследование погребений средневекового посадского населения города Курска XI–XIII вв. // Вестник антропологии. 2025. № 2. С. 404-419. <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2025-2/404-419>
 Боруцкая С.Б., Васильев С.В. Реконструкция физического типа позднесредневековых крымских татар Керченского полуострова // Вестник антропологии. 2020. № 4 (52). С. 267-281. DOI: 10.33876/2311-0546/2020-52-4/269-281

Боруцкая С.Б., Васильев С.В. Анализ степени массивности костей конечностей крымских татар XIX–XX вв. из некрополя Бахчи-Эли // Российский журнал физической антропологии. 2024. № 4 (12). С. 20–29. <https://doi.org/10.33876/2782-5000/2024-12-4/20-29>

Бунак В.В., Нестурх М.Ф., Рогинский Я.Я. Антропология. М.: Учпедгиз. 1941. 376 с.

Буряк (Бабкина) А.Д., Гончарова Н.Н. Антропологическое изучение населения г. Смоленска XVI–XVII вв. по материалам раскопок на Пятницком конце города // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2024. № 1. С. 77–92. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-7>

Воронцова Е.Л. Анализ остеологических серий из некрополя XVII–XIII веков при костёле Божьего Тела в г. Несвиже, Республика Беларусь // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2025. № 3. С. 123–135. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-11>

Дерябин В.Е. Антропология: Курс лекций. М.: Изд-во Московского университета. 2009. 344 с.

Кокоба Е.Г. Временная динамика морфологических характеристик абхазских детей и подростков в меняющихся условиях жизни популяции // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2024. № 1. С. 49–66. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-5>

Морфология человека. М.: Изд-во МГУ. 1990. 344 с.

Петрова К.А. Население золотоордынского времени Восточно-Причерноморского региона по данным остеометрии (по материалам раскопок могильника Натухаевское 5) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2023. № 4. С. 103–116. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.4.103-116>

Рашковская Ю.В., Веселовская Е.В., Карушев А.Ю. Антропологическое исследование останков священнослужителей, захороненных на территории Антониево-Сийского монастыря // Вестник антропологии. 2025. № 1. С. 369–388. <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2025-1/369-388>

Рашковская Ю.В., Ерохин А.В., Харламова Н.В., Васильев С.В. Палеоантропологическое описание двух индивидов из христианских погребений в с. Глазок (Тамбовская область) // Российский журнал физической антропологии. 2024. № 1 (9). С. 53–61. <https://doi.org/10.33876/2782-5000/2024-9-1/53-61>

Рзаева (Боом) Ю.В., Писарик В.М. Физическое развитие как индикатор здоровья детского населения // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2025. № 2. С. 57–65. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-2-5>

Рогинский Я.Я., Левин М.Г. Антропология. М., Высшая школа. 1978. 528 с.

Скельян А.А., Метельский А.А., Воронцова Е.Л., Филькин И.А. Некрополь при костёле Божьего Тела в Несвиже: археология, история, антропология. Часть 1. Крипта костёла // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2020а. № 2. С. 138–146. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.2.138-146>

Скельян А.А., Метельский А.А., Воронцова Е.Л., Филькин И.А. Некрополь при костёле Божьего Тела в Несвиже: археология, история, антропология. Часть 2. Кладбище возле костёла // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2020б. № 3. С. 135–143. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.3.135-143>

Хрисанфова Е.Н. Эволюционная морфология скелета человека. М., Изд-во Моск. ун-та. 1978. 218 с.

References

Alekseev V.P. 1966. *Osteometry: Methodology of Anthropological Research*. Moscow, Nauka Publ. 253 p. (In Russ.).

Alyoshina O.O., Averyanova I.V. Analysis of physical development based on the body mass index in male adolescents of Magadan region. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2024, 1, pp. 67–76. (In Russ). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24>

Borutskaya S.B. Osteometric Study of the Batalnoe Necropolis (Leninsky District, Republic of Crimea). *Herald of Anthropology*, 2019, 4 (48), pp. 235–242. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2019-48-4/235-242>

Borutskaya S.B. Osteometric Study of Bakhchi-Eli — the Crimean Tatar Necropolis of the 19th–20th Centuries. *Herald of Anthropology*, 2023, 4, pp. 349–357. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2023-4/349-357>

Borutskaya S.B. A Comprehensive Osteological Study of the Burials of Medieval Kursk Posad (11th–13th Centuries). *Herald of Anthropology*, 2025, 2, pp. 404–419. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2025-2/404-419>

Borutskaya S.B., Vasiliev S.V. Reconstruction of the Physical Type of the Late Medieval Crimean Tatars of the Kerch Peninsula. *Herald of Anthropology*, 2020, 4 (52), pp. 267–281. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2020-52-4/269-281>

Borutskaya S.B., Vasiliev S.V. Analysis of the degree of massiveness of limb bones of crimean tatars XIX–XX centuries from the necropolis Bakhchi-Eli. *Russian Journal of Physical Anthropology*, 2024, 4(12), pp. 20–29. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2782-5000/2024-12-4/20-29>

Bunak V.V., Nesturh M.F., Roginskij Ya.Ya. *Anthropology*. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 376 p. (In Russ.).

Buriak (Babkina) A.D., Goncharova N.N. Anthropological study of the population of Smolensk in the 16th–17th centuries based on the materials from the excavations at Pyatnitsky district. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2024, 1, pp. 77–92. (In Russ). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-7>

Deryabin V.E. *Anthropology: A course of lectures*. Moscow, Moscow University Publ., 2009. 344 p. (In Russ.).

Kokoba E.G. Temporal dynamics of the morphological characteristics of the Abkhazian children and adolescents in changing living conditions of the population. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2024, 1, pp. 49–66. (In Russ). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-24-1-5>

Human morphology. Moscow, MSU Publ., 1990. 344 p. (In Russ.).

Khrisanfova E.N. *The evolutionary morphology of the human skeleton*. Moscow University Publ., 1978. 218 p. (In Russ.).

Petrova K.A. The population of the golden horde time of the Eastern Black sea region according to osteometry data (based on the materials of the excavations of the Natukhaevskoye 5 burial ground). *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2023, 4, pp. 103–116. (In Russ). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.4.103-116>

Rashkovskaya Yu.V., Veselovskaya E.V., Karushev A.Yu. The Siya Monastery of St. Antonius Clergy: An Anthropological Study of the Remains. *Herald of Anthropology*, 2025, 1, pp. 369–388. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2311-0546/2025-1/369-388>

Rashkovskaya Yu.V., Erokhin A.V., Kharlamova N.V., Vasiliev S.V. Paleoanthropological description of two individuals from christian funeral burials near Glazok village (Russia, the Tambov region). *Russian Journal of Physical Anthropology*, 2024, 1 (9), pp. 53-61. (In Russ). <https://doi.org/10.33876/2782-5000/2024-9-1/53-61>

Rzayeva Y.V., Pisaryk V.M. Physical development as an indicator of children health. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2025, 2, pp. 57-65. (In Russ). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-2-5>

Roginskij Ya.Ya., Levin M.G. *Anthropology*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1978. 528 p. (In Russ.).

Skepyan A.A., Metelski A.A., Vorontsova E.L., Filkin I.A. A Necropolis near the Corpus Christi Church in Nesvizh: Archeology, History, Anthropology. Part 1. Church crypt. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2020a, 2, pp. 138–146. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.2.138-146>

Skepyan A.A., Metelski A.A., Vorontsova E.L., Filkin I.A. A Necropolis near the Corpus Christi Church in Nesvizh: Archeology, History, Anthropology. Part 2. Church Cemetery. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2020b, 3, pp. 135–143. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2020.3.135-143>

Vorontsova E.L. Analysis of osteological series from the necropolis of the 17th–18th centuries at the Corpus Christi church in Nesvizh, republic of Belarus. *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2025, 3, pp. 123-135. (In Russ). <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-25-3-11>

Информация об авторе/ Information about the author

Воронцова Елена Леонидовна, к.б.н., НИИ и Музей антропологии, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация;
e.l.vorontsova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7817-7274>

Vorontsova Elena Leonidovna, Ph.D., Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation;
e.l.vorontsova@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7817-7274>

Поступила в редакцию 11.12.2025.
Получена после доработки 22.12.2025.
Принята к публикации 22.12.2025.

Received 11.12.2025.

Revised 22.12.2025.

Accepted 22.12.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-10>

УДК/UDC 572.5/7/.9

Оценка предпочтений выраженности полового диморфизма по соматическим показателям у мужчин и женщин из восьми популяций с территории России

А.А. Хафизова¹✉, В.В. Ростовцева², А.А. Мезенцева², Д.А. Дронова², Н.Б. Дашиева³, А.А. Короткова⁴, Н.А. Стручкова⁵, Ч.К. Иргит⁶, Н.П. Мацакова⁷, М.Л. Бутовская²

¹ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

² Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

³ Восточно-Сибирский государственный институт культуры, г. Улан-Удэ, Российская Федерация

⁴ Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Российская Федерация

⁵ Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация

⁶ Тувинский институт гуманитарных и прикладных социально-экономических исследований при Правительстве Республики Тыва, г. Кызыл, Российская Федерация

⁷ Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, Российская Федерация

✉ aya.khafizova@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Цель работы состояла в оценке предпочтений выраженности полового диморфизма по четырем соматическим признакам (длине тела, развитию мускулатуры, физической силе и жиротложению) у мужчин и женщин в восьми популяциях, различающихся по происхождению, этнокультурным особенностям, социально-экономическим и экологическим условиям жизни.

Материалы и методы. Объединенная выборка включала 1501 человека (610 мужчин и 891 женщину) в возрасте от 17 до 39 лет (средний возраст: $20,8 \pm 4,3$), представляющих восемь популяций, проживающих на территории России: буряты, якуты, калмыки, тувинцы, кабардинцы, балкарцы, русские (из Москвы и из Тулы). Материалы собраны в период с 2022 по 2024 г. Для оценки предпочтений полоспецифических особенностей по четырем соматическим критериям использовался авторский опросник.

Результаты и обсуждение. Во всех изученных выборках мужчины и женщины считали привлекательным выраженный половой диморфизм по длине тела, в соответствии с нормой «мужчина выше женщины». Большинство мужчин предпочитали худощавых женщин со слабым развитием мускулатуры и физической силы, в то время как женщины отдавали предпочтение физически сильным мужчинам с хорошо развитой мускулатурой. Популяционные различия в антропометрических представлениях проявились в том, что в группах калмыков, кабардинцев и балкарцев более привлекательными считались выраженные проявления полового диморфизма по длине тела, мускулистости и физической силе, в то время как предпочтения якутов и русских из Москвы были менее однозначными. Практически во всех мужских группах были выявлены устойчивые ассоциации между предпочтениями выраженности полового диморфизма по длине тела и физической силе, а также по развитию мускулатуры и жиротложению. Наиболее устойчивыми в женских группах были ассоциации предпочтений полового диморфизма по длине тела и физической силе, а также по развитию мускулатуры и физической силе.

Заключение. Выявленные антропометрические предпочтения, связанные с выраженностью полоспецифических особенностей по разным соматическим критериям, отражают как универсальные, так и специфические для разных популяций представления о межполовой привлекательности, обусловленные эволюционными и социокультурными факторами.

Ключевые слова: физическая привлекательность; половой диморфизм; половой отбор; длина тела; мускулатура; жиротложение; социокультурные факторы; стандарты телесной красоты

© Хафизова, А.А., Ростовцева, В.В., Мезенцева, А.А., Дронова, Д.А., Дашиева, Н.Б., Короткова, А.А., Стручкова, Н.А., Иргит, Ч.К., Мацакова, Н.П., Бутовская, М.Л., 2026

© Khafizova, A.A., Rostovtseva, V.V., Mezentseva, A.A., Dronova, D.A., Dashieva, N.B., Korotkova, A.A., Struchkova, N.A., Irgit, Ch.K., Matsakova, N.P., Butovskaya, M.L., 2026



Финансирование. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда, грант № 23-18-00277.

Для цитирования: Хафизова А.А., Ростовцева В.В., Мезенцева А.А., Дронова Д.А., Дашиева Н.Б., Короткова А.А., Стручкова Н.А., Иргит Ч.К., Мацакова Н.П., Бутовская М.Л. Оценка предпочтений выраженности полового диморфизма по соматическим показателям у мужчин и женщин из восьми популяций с территории России // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 121-138. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-10>

Assessing Preferences for Sexual Dimorphism in Somatic Traits among Men and Women from Eight Populations across Russia

Ainur A. Khafizova ¹✉, Victoria V. Rostovtseva ², Anna A. Mezentseva ², Daria A. Dronova ², Nadezhda B. Dashieva ³, Anna A. Korotkova ⁴, Natalia A. Struchkova ⁵, Choduraa K. Irgit ⁶, Natalya P. Matsakova ⁷, Marina L. Butovskaya ²

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

² Institute of Ethnology and Anthropology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

³ East-Siberian State Institute of Culture, Ulan-Ude, Russian Federation

⁴ Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula Russian Federation

⁵ North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russian Federation

⁶ Tuvan Institute of Humanitarian and Applied Socio-Economic research under the Government of the Republic of Tuva, Kyzyl, Russian Federation

⁷ Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russian Federation

✉ aya.khafizova@gmail.com

ABSTRACT

The aim of this study was to assess preferences for sexual dimorphism in four somatic traits (height, muscle development, physical strength, and fat deposition) among males and females across eight populations differing in origin, culture, socio-economic and ecological conditions.

Materials and Methods. The sample consisted of 1501 individuals (610 males and 891 females) aged 17 to 39 years (mean age: 20.8 ± 4.3), representing eight populations residing in Russia: Buryats, Yakuts, Kalmyks, Tuvans, Kabardians, Balkars, and Russians (from Moscow and Tula). Data were collected from 2022 to 2024. To assess preferences for sexually dimorphic traits an author's questionnaire was utilized.

Results and Discussion. In all samples, both men and women found pronounced sexual dimorphism in height, following generally accepted "male-taller norm", to be attractive. The majority of men preferred slender women with low muscle development and physical strength, while women favored physically strong men with well-developed musculature. Population differences in anthropo-aesthetic preferences were revealed. Kalmyks, Kabardians, and Balkars considered pronounced sexual dimorphism in height, musculature, and physical strength to be more attractive, whereas Yakuts and Russians from Moscow expressed less definitive preferences. In nearly all male groups, consistent associations were found between preferences for sexual dimorphism in height and physical strength, as well as muscle development and fat deposition. The most robust associations in female groups pertained to preferences for sexual dimorphism in height and physical strength, as well as muscle development and physical strength.

Conclusion. The identified anthropo-aesthetic preferences related to the expression of sexually dimorphic traits across various somatic criteria reflect universal and culturally specific ideas about physical attractiveness, shaped by evolutionary and sociocultural factors.

Keywords: physical attractiveness; sexual dimorphism; sexual selection; height; muscle mass; fat deposition; sociocultural factors; beauty standards

Funding. The study has been supported by the Russian Science Foundation (RSF), project No. 23-18-00277.

For citation: Khafizova A.A., Rostovtseva V.V., Butovskaya M.L., Mezentseva A.A., Dronova D.A., Dashieva N.B., Korotkova A.A., Struchkova N.A., Irgit Ch.K., Matsakova N.P., Butovskaya M.L. Assessing Preferences for Sexual Dimorphism in Somatic Traits among Men and Women from Eight Populations across Russia. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 121-138. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-10>

Введение

Формирование антропозстетических предпочтений у человека происходит под влиянием эволюционных, экологических, социально-экономических и социокультурных факторов, тесно взаимодействующих друг с другом и составляющих уникальный комплекс для каждой отдельной популяции (Davis, Arnocky, 2022; Frederick, Reynolds, 2022).

Многочисленные исследования физической привлекательности человека проводятся в рамках двух основных подходов, нередко противопоставляемых друг другу, – эволюционного и социокультурного (Frederick, Reynolds, 2022). Однако, учитывая комплексную природу антропозстетических феноменов, для более глубокого понимания предпочтений и поведенческих паттернов, связанных с внешностью, при их изучении целесообразно использовать интегративный подход, позволяющий одновременно учитывать как эволюционные предпосылки их формирования, так и социокультурные факторы, включающие характерные для различных культур представления об идеалах красоты (физической привлекательности), ценности и установки, связанные с внешностью, влияние со стороны семьи, сверстников и СМИ, социальные и гендерные нормы и другие аспекты (Davis, Arnocky, 2022; Frederick, Reynolds, 2022).

С позиций эволюционного подхода обоснование привлекательности определенных фенотипических характеристик базируется на теории полового отбора (Бутовская, 2004, 2013; Stulp, Barrett, 2016; Gallup, Fink, 2018; Bovet, 2019; Frederick, Reynolds, 2022; Lassek, Gaulin, 2022; Watkins, 2025). Предполагается, что наиболее привлекательными для противоположного пола считаются те фенотипические качества, которые сигнализируют о приспособленности их обладателя (показатели «хороших генов», здоровья, репродуктивного потенциала, стабильности развития, физической силы и т.д.). Соответственно, предпочтения определенных признаков могут иметь адаптивную ценность и увеличить репродуктивный успех. В связи с этим физическая привлекательность является одним из факторов выбора полового партнера.

Оценка физической привлекательности осуществляется по различным критериям, среди которых значимую роль играют соматические

признаки, в том числе длина тела (рост), длина ног, масса тела, индекс массы тела, отношение обхвата талии к обхвату бедер у женщин, показатели компонентного состава тела (развитие жировоголожения у женщин и мускулатуры у мужчин) (Singh et al., 2010; Swami et al., 2010; Sorokowski et al., 2011; Stulp, Barrett, 2016; Gallup, Fink, 2018; Bovet, 2019; Watkins, 2025).

Длина тела представителей противоположного пола подвергается оценке как со стороны мужчин, так и со стороны женщин, однако, для последних является более значимым признаком, который учитывается при выборе полового партнера (Stulp, Barrett, 2016; Pisanski et al., 2022). Предпочтения мужчин в данном случае имеют относительный характер и ограничиваются различием в длине тела, при котором рост женщин должен быть ниже, чем их собственный (Stulp, Barrett, 2016). При этом предпочтения невысокого роста у женщин как такового не наблюдаются: с точки зрения мужчин абсолютные значения длины тела у наиболее привлекательных женщин варьируют в диапазоне средних значений по популяции (или чуть выше среднего). В свою очередь женщины не только предпочитают, чтобы рост мужчин был значительно выше их собственного, но и ориентируется на абсолютные значения длины тела потенциальных партнеров (Stulp, Barrett, 2016; Pisanski et al., 2022). Так, например, в западноевропейских странах женщины предпочитают мужчин, рост которых выше среднего для данной популяции (Pisanski et al., 2022).

В целом, предпочтения мужчин и женщин относительно роста потенциального партнера соответствуют реально наблюдаемому половому диморфизму по этому признаку. Известно, что в среднем рост мужчин превышает рост женщин, однако величина различий значительно варьируется в зависимости от популяции (Wells, 2012; NCD Risk, 2016; Stulp, Barrett, 2016).

В рамках эволюционного подхода длина тела рассматривается как показатель приспособленности индивида, здоровья, стабильности развития, физических способностей (Swami et al., 2008; Stulp, Barrett, 2016; Pisanski et al., 2022). Высокий рост у мужчин ассоциируется с большей физической силой и выносливостью, более высоким социальным статусом, лидерскими качествами, агрессивностью и доминантностью, т. е. является косвенным показателем

способности защитить своего партнера и потомство и обеспечить их ресурсами. Следовательно, предпочтения женщин относительно роста потенциального партнера обусловлены прямыми и непрямыми выгодами, которые могут способствовать повышению их репродуктивного успеха. Кроме этого, некоторые социокультурные факторы (нормы и стереотипы) также могут оказывать влияние на женские предпочтения более высокого роста у мужчин (Swami et al., 2008).

Предпочтения полового диморфизма по росту, при котором мужчина выше женщины или, иными словами, «норма мужчина-выше-женщины» (англ. *male-taller norm*), наблюдаются во многих современных популяциях (Дронова, Бутовская, 2020; Ростовцева с соавт., 2024a; Stulp et al., 2017; Sorokowski et al., 2020). Однако, в некоторых традиционных сообществах предпочтения иные, включая инвертированные (при которых женщина выше мужчины), что, возможно, обусловлено экологическими факторами и образом жизни, характерными для этих популяций (Sorokowski, Butovskaya, 2012; Sorokowski, Sorokowska, 2012).

Одним из наиболее изученных и значимых морфологических предикторов женской физической привлекательности является индекс массы тела (ИМТ), который в контексте исследований антропоэстетических предпочтений чаще всего используется как косвенный показатель развития жиротложения. В многочисленных исследованиях выявлено, что вариация значений ИМТ определяет порядка 75–85% изменчивости оценок привлекательности в европейских и азиатских группах, в то время как в африканских – 46–75%, при этом наблюдается практически универсальная тенденция к предпочтению мужчинами пониженных значений ИМТ у женщин (порядка 18–20 кг/м²) (Tovée et al., 1998; 2006; Swami, Tovée, 2005, 2007; Swami et al., 2006, 2010; Kościński, 2013; Wang et al., 2015). Наряду с этим показано, что процентное содержание жировой ткани в организме также является значимым независимым морфологическим предиктором отрицательных оценок привлекательности (Faries, Bartholomew, 2012; Wang et al., 2015).

Таким образом, относительная худощавость и пониженное жиротложение у женщин считается физически привлекательными в различных популяциях. При этом развитие жировой

ткани характеризуется выраженным половым диморфизмом. У женщин жировой компонент телосложения развит сильнее, чем у мужчин, что необходимо для нормального протекания физиологических процессов, поддержания здоровья и репродуктивной функции (Wells, 2012; Lassek, Gaulin, 2018, 2022). В связи с этим, достаточно затруднительно объяснить характерные для многих современных обществ антропоэстетические предпочтения субтильного телосложения у женщин с позиций эволюционного подхода, базирующегося на предположении о том, что соматические признаки физической привлекательности являются сигналами приспособленности особи, а в случае женщин – их здоровья и фертильности (Lassek, Gaulin, 2018). По всей видимости, предпочтения в данном случае определяются преимущественно социокультурными факторами – широким распространением унифицированного стандарта телесной красоты, навязанного, прежде всего, законодателями моды – модельными агентствами (Swami et al., 2010; Wang et al., 2015; Lassek, Gaulin, 2018).

В большинстве современных западных обществ физическая привлекательность женщин в значительной степени зависит от соответствия строгому стандарту худобы (англ. *strict thinness norm*), предполагающему узкий диапазон допустимых значений массы тела и стигматизацию полноты (Leopold, 2025). В той или иной форме доминирующий идеал женской телесной красоты – идеал стройности (лептосомный тип), характеризующийся узкосложенным телосложением с минимальным развитием жировой ткани, – культивировался в западных культурах на протяжении XX–XXI вв. (Tiggemann, 2012). Современные стандарты женской телесной красоты, в сущности, являются незначительными модификациями лептосомного стандарта, в которых делается акцент на определенные соматические характеристики, например, на подтянутость и развитую мускулатуру в случае *fit*-идеала (субатлетический тип) (Donovan et al., 2020), или на чрезвычайно низкие значения отношения обхвата талии к обхвату бедер для *slim-thick*-идеала (фигура по типу «песочные часы» с очень тонкой талией, но широкими бедрами) (McComb, Mills, 2022).

Следует отметить, что в некоторых популяциях привлекательными считаются женщины с высокими значениями ИМТ (избыточным ве-

сом) и развитым жиротложением (Tovée et al., 2006; Sorokowski et al., 2014). В данном случае кросс-популяционная вариация стандартов привлекательности, по всей видимости, обусловлена социально-экономическими и экологическими условиями и доступностью пищевых ресурсов в тех или иных группах. Если условия жизни характеризуются недостатком пищи, то привлекательной будет считаться женская полнота, которая ассоциируется с неограниченным доступом к ресурсам, недоступным для большинства членов сообщества, и воспринимается как сигнал здоровья, богатства, женственности и плодовитости (Swami et al., 2010; Sorokowski et al., 2014).

Значимым критерием мужской физической привлекательности является мускулистость (Frederick, Haselton, 2007; Durkee et al., 2019; Sidari et al., 2021). Для этого соматического признака также характерен ярко выраженный половой диморфизм: у мужчин по сравнению с женщинами более развита мускулатура и выше силовые характеристики (Wells, 2012; Gallup, Fink, 2018; Lassek, Gaulin, 2022). Результаты многих исследований показали, что показатели мускулистости, включающие мезоморфный соматотип, широкие плечи, развитые мышцы, особенно в верхней части туловища, большую физическую силу, воспринимаются как более привлекательные женщинами из разных популяций (Dixson et al., 2007, 2010; Coy et al., 2014; Sell et al., 2017; Gallup, Fink, 2018; Sidari et al., 2021). Привлекательность данных характеристик для женщин может быть обусловлена тем, что мускулистость мужчин является показателем общего здоровья, приспособленности и физической силы, и косвенно позволяет оценить их способности к борьбе, охоте, трудовой деятельности, приобретению и защите ресурсов, защите партнера и потомства. Кроме этого, признаки, связанные с развитием мышц, играют значимую роль и во внутривидовой конкуренции мужчин, которая, также может оказывать влияние на выбор женщинами полового партнера (Coy et al., 2014; Sell et al., 2017; Gallup, Fink, 2018; Durkee et al., 2019; Lassek, Gaulin, 2022).

Привлекательность мускулистости у мужчин отчасти может быть обусловлена социокультурными факторами, включающими особенности социальной организации, гендерные роли, и стандарты привлекательности, принятые в том

или ином обществе (Coy et al., 2014). Например, идеал мужской телесной красоты в западных обществах характеризуется хорошо развитой мускулатурой, низким жиротложением, «V-образной» фигурой (широкими плечами и грудной клеткой, узкими талией и бедрами) (Tiggemann, Anderberg, 2020). Примечательно, что социокультурные стандарты мужской телесной красоты соответствуют сформировавшимся в ходе эволюции фенотипическим маркерам привлекательности, в отличие от женских.

Таким образом, многие представления о физической привлекательности, которые разделяют представители разных популяций и культур, в значительной степени зависят от степени выраженности полового диморфизма соматических признаков.

Цель настоящего исследования состояла в оценке предпочтений выраженности полового диморфизма по четырем соматическим признакам (длине тела, развитию мускулатуры, физической силе и жиротложению) у мужчин и женщин в восьми популяциях, различающихся по происхождению, этнокультурным особенностям, социально-экономическим и экологическим условиям жизни.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие представители восьми популяций, различающихся по расовому и этническому происхождению. Объединенная выборка включала 1501 человека (610 мужчин и 891 женщину) в возрасте от 17 до 39 лет (средний возраст: $20,8 \pm 4,3$). Характеристика изученных выборок представлена в таблице 1.

Практически во всех изученных выборках большая часть респондентов относилась к возрастным категориям «менее 20 лет» и «20–29 лет». Исключение составили группы тувинцев и москвичей, средний возраст которых несколько выше (мужчины: $F=58,45$, $p<0,001$; женщины: $F=92,23$, $p<0,001$). Поскольку достоверных различий по всем включенным в анализ признакам между группами разного возраста выявлено не было, а также по причине небольшой численности некоторых выборок, разделение на подгруппы по возрастным категориям не осуществлялось. Следует отметить, что возраст респондентов (преобладающее большинство моложе 25 лет)

Таблица 1. Характеристика изученных выборок
Table 1. Sample characteristics

Этническая группа Populations	Место обследования Place of survey	Год Year of survey	Пол Sex	N	%	Возраст Ages (M+SD)
Буряты Buryats	Республика Бурятия, г. Улан-Удэ Republic of Buryatia, Ulan-Ude	2022	Мужчины Males	92	50,3	20,0 ± 2,37
			Женщины Females	91	49,7	20,1 ± 2,06
Якуты Yakuts	Республика Саха, г. Якутск Republic of Sakha, Yakutsk	2024	Мужчины Males	97	47,5	20,7 ± 2,34
			Женщины Females	107	52,5	21,3 ± 3,02
Калмыки Kalmyks	Республика Калмыкия, г. Элиста Republic of Kalmykia, Elista	2024	Мужчины Males	88	51,2	19,9 ± 1,91
			Женщины Females	84	48,8	19,2 ± 1,52
Тувинцы Tuvans	Республика Тыва, г. Кызыл Republic of Tuva, Kyzyl	2022–24	Мужчины Males	56	38,4	27,3 ± 6,79
			Женщины Females	90	61,6	28,7 ± 7,04
Кабардинцы Kabardians	Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik	2023	Мужчины Males	109	43,4	18,1 ± 1,06
			Женщины Females	142	56,6	19,1 ± 1,71
Балкарцы Balkars		2023	Мужчины Males	49	48,0	19,0 ± 1,87
			Женщины Females	53	52,0	19,3 ± 1,46
Русские Russians	Тульская область, г. Тула Tula region, Tula	2022	Мужчины Males	88	25,3	19,9 ± 1,66
			Женщины Females	260	74,7	20,1 ± 2,07
Русские Russians	г. Москва Moscow	2022	Мужчины Males	31	32,6	23,6 ± 8,02
			Женщины Females	64	67,4	22,9 ± 7,11
Объединенные данные Total sample			Мужчины Males	610	40,6	21,0 ± 4,44
			Женщины Females	891	49,4	20,5 ± 4,07

мог оказать влияние на особенности оценочных суждений о критериях привлекательности.

Для оценки мужских и женских предпочтений выраженности полового соматического диморфизма использовался авторский опросник, подробное описание которого представлено

в одной из предыдущих работ авторов (Ростовцева с соавт., 2024а). Опросник включал в себя несколько утверждений, сформулированных на основе известных половых различий соматических признаков, характерных для всех человеческих популяций (длина тела, уровень развития

мускулатуры и показатели физической силы в среднем выше у мужчин, по сравнению с женщинами, в то время как относительное содержание жировой ткани в среднем выше у женщин, чем у мужчин). Респондентам предлагалось оценить каждое утверждение по пятибалльной шкале в соответствии со степенью своего согласия, где 1 – полностью не согласен/согласна, а 5 – полностью согласен/согласна. Более высокие баллы отражали предпочтение более выраженного соматического полового диморфизма.

Значения баллов по предпочтениям выраженности полового диморфизма соматических признаков имели распределение, отличное от нормального, во всех выборках, в связи с этим, для статистического анализа были использованы непараметрические методы анализа. Для оценки половых различий использовался U-критерий Манна-Уитни, для оценки межгрупповых (популяционных) различий использовался непараметрический аналог дисперсионного анализа – тест Краскела-Уоллеса. Для изучения направления и тесноты ассоциаций между показателями предпочтений выраженности полового диморфизма по разным соматическим признакам проводился расчёт коэффициентов корреляции Спирмена. Порог статистической значимости установлен на уровне 0,05 (5%).

Для статистической обработки материалов и построения графиков использовались программы Statistica 10.0, Microsoft Excel из набора программ Microsoft 365, и пакет ggplot2 (R среда).

Материалы собраны с соблюдением правил биоэтики. Респонденты принимали участие в исследовании на добровольной основе с сохранением принципов анонимности и подписывали информированное согласие. Исследование одобрено протоколом Ученого совета Института этнологии и антропологии Российской академии наук (протокол №1 от 19 февраля 2015 г.).

Результаты

На рисунке 1 представлены средние значения показателей предпочтения выраженности полового диморфизма по четырем соматическим показателям в восьми изученных выборках.

Представители всех включенных в анализ групп предпочитали высокий уровень полового диморфизма по длине тела (при котором мужчи-

на выше женщины) (рис. 2). Средние значения показателя предпочтений полового диморфизма по длине тела статистически достоверно различались между мужчинами и женщинами во всех выборках, за исключением якутов (рис. 1А). Для женщин, в среднем, были получены более высокие значения данного показателя. Популяционные различия выявлены как среди мужских ($N = 30,29$, $p < 0,001$), так и среди женских групп ($N = 25,17$, $p < 0,001$). Самые высокие значения среди мужчин наблюдались в выборке якутов, среди женщин – в выборке калмыков, самые низкие значения получены среди мужчин для тувинцев, среди женщин – для якутов (рис. 1А).

Во всех изученных выборках более высокие средние значения показателя предпочтений выраженности полового диморфизма по развитию мускулатуры (при котором у мужчин более развиты мышцы, чем у женщин) были характерны для мужчин (рис. 1Б). Большинство мужчин предпочитали женщин со слабым развитием мускулатуры, в то время как женщины отдавали предпочтение мужчинам с хорошо развитой мускулатурой (рис. 3). Статистически достоверные половые различия средних значений показателя предпочтений полового диморфизма по развитию мускулатуры установлены в выборках бурят, калмыков, кабардинцев, русских из Москвы (рис. 1Б). Популяционные различия в мужских группах проявились в том, что самые высокие оценки по данному признаку наблюдались в выборке кабардинцев, самые низкие – в выборке якутов ($N = 36,46$, $p < 0,001$) (рис. 1Б). В женских группах популяционные различия также оказались достоверными ($N = 33,06$, $p < 0,001$): самые высокие значения получены для тувинцев, кабардинцев и балкарцев, самые низкие – для русских из Москвы.

В ходе анализа показателя предпочтений выраженности полового диморфизма по физической силе (при котором мужчины сильнее женщин) получены мозаичные результаты: для пяти групп средние значения были выше среди мужчин (буряты, якуты, балкарцы, русские из Тулы и Москвы), для остальных – выше среди женщин (калмыки, тувинцы, кабардинцы) (рис. 1В). Половые различия по данному показателю были статистически достоверными в выборках бурят, тувинцев, калмыков, кабардинцев, русских из Тулы и Москвы. Более детальный анализ распределения частот баллов выявил, что

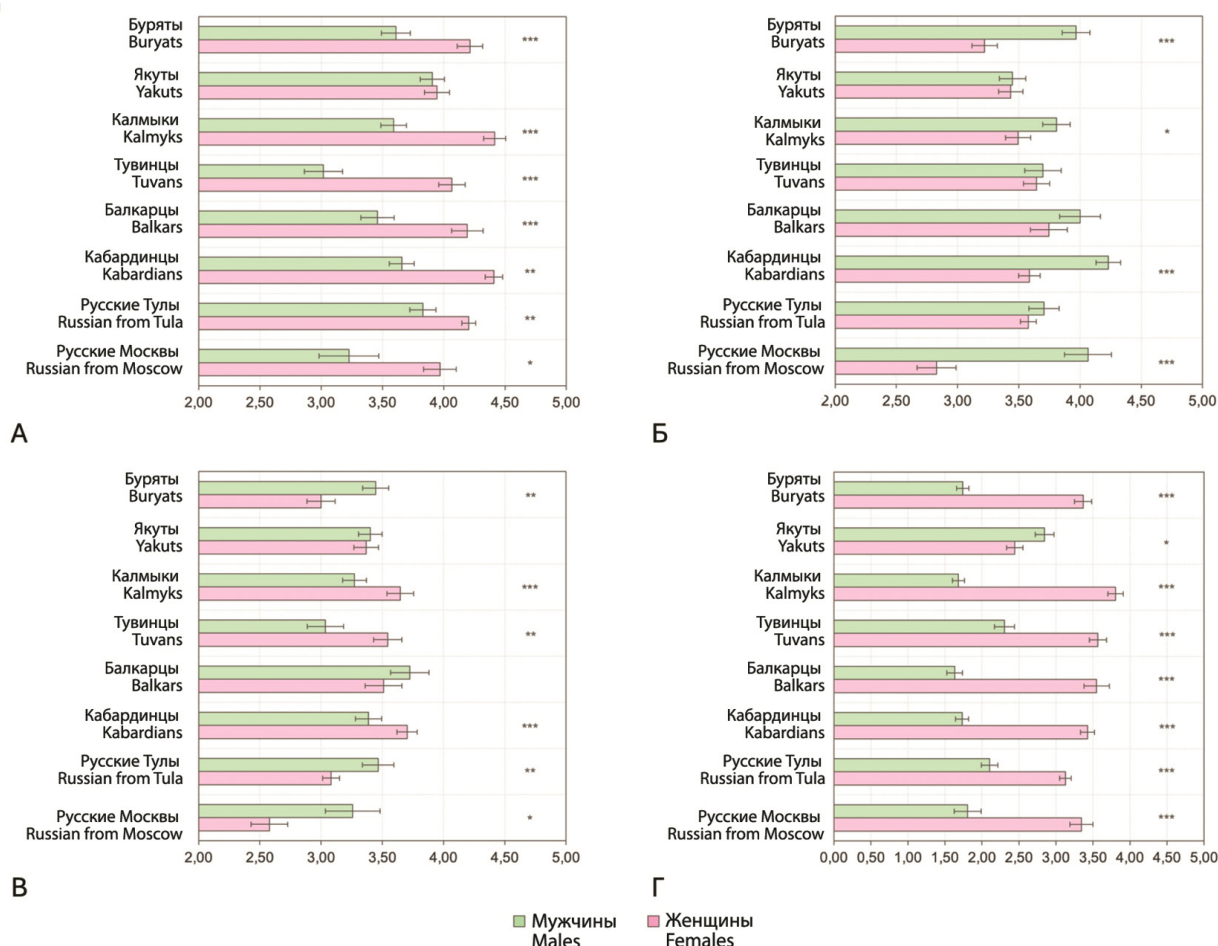


Рисунок 1. Средние значения показателей предпочтений выраженности полового диморфизма по четырем соматическим признакам (А – длине тела, Б – мускулатуре, В – физической силе, Г – жиротложению) у мужчин и женщин в восьми изученных выборках

Примечания. Уровень достоверности различий: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Figure 1. Mean values of indicators of preferences for sexual dimorphism in four somatic parameters (A – height, B – musculature, C – physical strength, D – fat deposition) in males and females across eight study samples

Notes. Significance of differences: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

в выборках бурят, якутов, балкарцев и русских из Тулы, мужчины, в целом, предпочитали физически более слабых женщин, при этом большинство женщин из этих выборок не отдавали явного предпочтения более физически сильным мужчинам (рис. 4). Напротив, большинство женщин из выборок калмыков, тувинцев и кабардинцев оценивали существенную разницу в силовых характеристиках в пользу мужчин, как привлекательную характеристику. Статистически достоверные популяционные различия по данному показателю выявлены среди женских групп ($N = 70,33$, $p < 0,001$), но не среди мужских ($N = 12,92$, $p = 0,074$). Самые высокие средние значения получены для женщин из выборки

калмыков и кабардинцев, самые низкие – для русских из Москвы (рис. 1В).

Во всех изученных выборках, за исключением якутов, более высокие средние значения показателя предпочтений выраженности полового диморфизма по развитию жиротложения (при котором жировая ткань развита сильнее у женщин по сравнению с мужчинами) характерны для женщин (рис. 1Г), что свидетельствует о предпочтении ими худощавых мужчин с низким развитием жиротложения (рис. 5). При этом выявлены статистически достоверные популяционные различия средних значений по данному показателю ($N = 75,42$, $p < 0,001$). Наиболее высокие значения среди женщин получены в группе

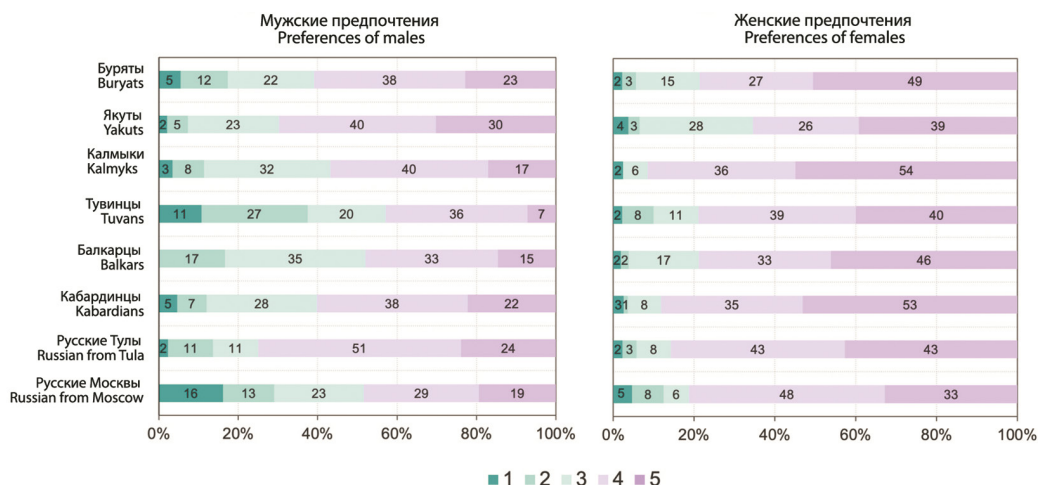


Рисунок 2. Распределения частот баллов предпочтений выраженности полового диморфизма по длине тела у мужчин (слева) и женщин (справа) в восьми изученных выборках

Примечания. Чем выше баллы по данному показателю, тем больший уровень полового диморфизма по росту (при котором мужчина выше, чем женщина) предпочтителен.

Figure 2. Frequency distributions of scores of preferences for sexual dimorphism in height for males (left) and females (right) across eight study samples

Notes. Higher scores indicate a greater preference for sexual dimorphism in height (where men are taller than women).

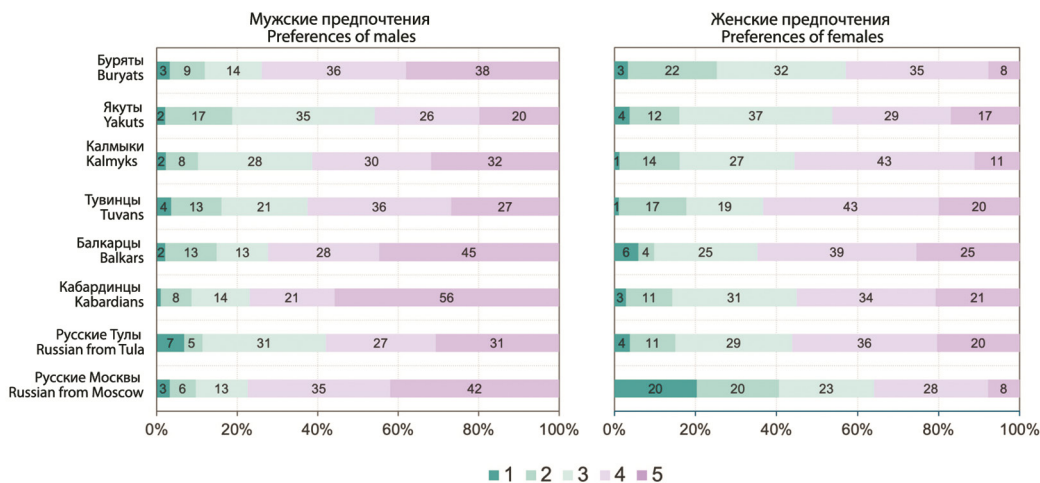


Рисунок 3. Распределения частот баллов предпочтений выраженности полового диморфизма по развитию мускулатуры у мужчин (слева) и женщин (справа) в восьми изученных выборках

Примечания. Чем выше баллы по данному показателю, тем больший уровень полового диморфизма по развитию мускулатуры (при котором мужчина более мускулист, чем женщина) предпочтителен.

Figure 3. Frequency distributions of scores of preferences for sexual dimorphism in muscular development for males (left) and females (right) across eight study samples

Notes. Higher scores indicate a greater preference for sexual dimorphism in muscular development (where men are more muscular than women).

калмыков, низкие – в группе якутов (рис. 1Г). Мужчины из всех изученных выборок предпочитали худощавых женщин (рис. 5). Самые низкие средние значения показателя предпочтений вы-

раженности полового диморфизма по жиротложению получены в группах калмыков, балкарцев и бурят, высокие – среди якутов ($N = 80,69$, $p < 0,001$).

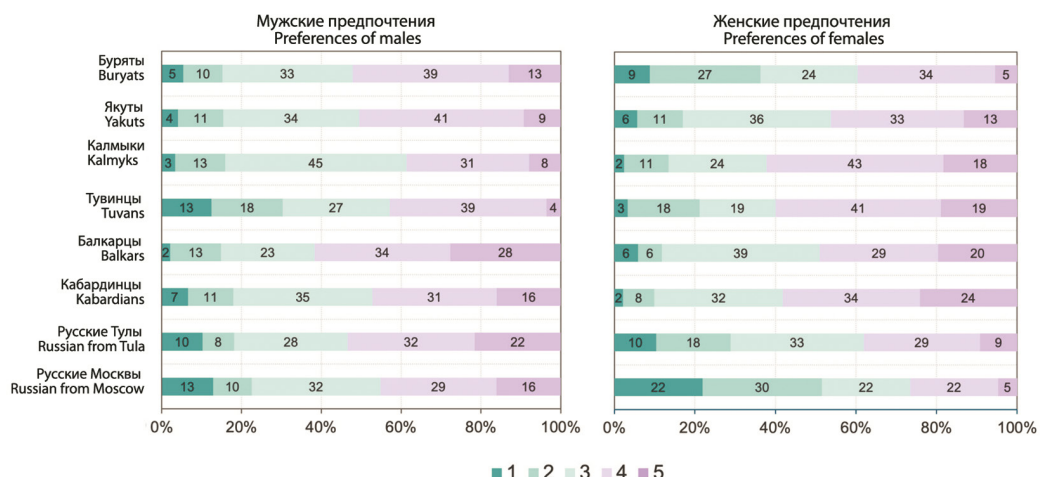


Рисунок 4. Распределения частот баллов предпочтений выраженности полового диморфизма по физической силе у мужчин (слева) и женщин (справа) в восьми изученных выборках
 Примечания. Чем выше баллы по данному показателю, тем больший уровень полового диморфизма по физической силе (при котором мужчина сильнее женщины) предпочтителен.

Figure 4. Frequency distributions of scores of preferences for sexual dimorphism in physical strength for males (left) and females (right) across eight study samples
 Notes. Higher scores indicate a greater preference for sexual dimorphism in physical strength (where men are stronger than women).

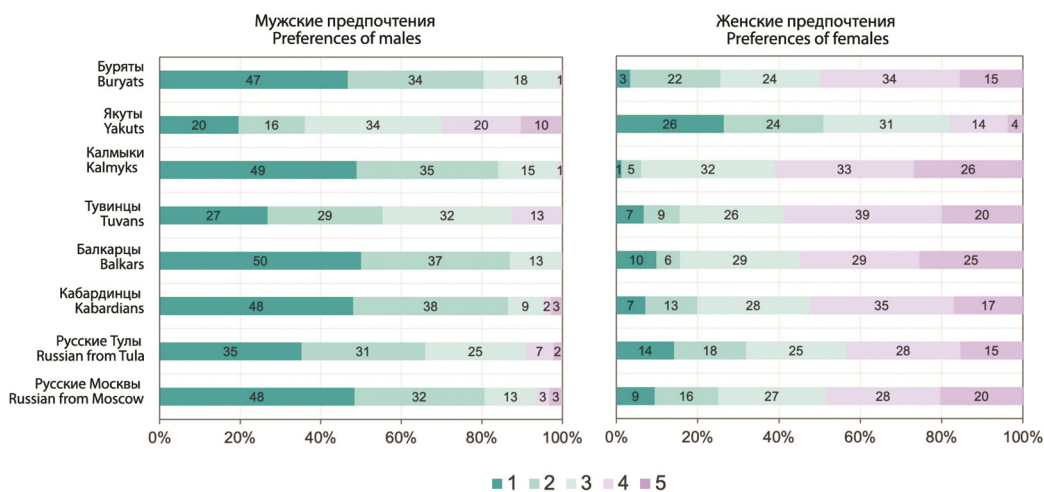


Рисунок 5. Распределения частот баллов предпочтений выраженности полового диморфизма по жиротолжению у мужчин (слева) и женщин (справа) в восьми изученных выборках
 Примечания. Чем выше баллы по данному показателю, тем больший уровень полового диморфизма по жиротолжению (при котором для женщин характерно большее развитие жировой ткани и, как следствие, более полное телосложение, чем мужчины) предпочтителен.

Figure 5. Frequency distributions of scores of preferences for sexual dimorphism in fat deposition for males (left) and females (right) across eight study samples
 Notes. Higher scores indicate a greater preference for sexual dimorphism in fat deposition (where women exhibit a greater development of adipose tissue compared to men).

Результаты корреляционного анализа показали существование ассоциаций между некоторыми показателями предпочтений полового ди-

морфизма соматических характеристик (рис. 6). Во всех исследованных группах мужчин и женщин статистически достоверные коэффициенты

корреляции невысоки и их абсолютные значения варьировали в диапазоне 0,15–0,52, что свидетельствует о взаимосвязях слабого и среднего уровня.

Практически во всех мужских группах (за исключением бурят) выявлены статистически достоверные положительные корреляции между предпочтениями полового диморфизма по длине тела и физической силе (рис. 6). Это самая тесная из всех выявленных в мужских группах взаимосвязей (коэффициенты корреляции от 0,32 ($p < 0,05$) у тувинцев до 0,46 ($p < 0,01$) у русских из Москвы). Еще одна устойчивая для мужских групп отрицательная связь была выявлена между предпочтениями полового диморфизма по показателям мускулатуры и жировотложения. Статистически достоверные коэффициенты корреляции варьировали от -0,21 ($p < 0,05$) у русских из Тулы до -0,44 ($p < 0,05$) у балкарцев. В некоторых выборках были выявлены дополнительные ассоциации, в том числе положительная корреляция между предпочтениями полового диморфизма по развитию мускулатуры и физической силе (в группах якутов, кабардинцев и русских из Тулы). Кроме этого, в группе якутов установлена ассоциация между предпочтениями полового диморфизма по длине тела и развитию жировотложения ($r = 0,25$, $p < 0,05$). В группах мужчин из выборок якутов, кабардинцев и русских из Тулы выявлено наибольшее количество статистически достоверных ассоциаций между предпочтениями выраженности полового диморфизма (рис. 6).

Наиболее устойчивыми в женских группах были ассоциации предпочтений полового диморфизма по длине тела и физической силе, зафиксированные во всех выборках, за исключением русских из Москвы (рис. 6). Статистически достоверные коэффициенты корреляции принимали значения от 0,22 ($p < 0,05$) у бурят до 0,51 ($p < 0,001$) у калмыков. Кроме этого, во многих выборках среди женщин была выявлена устойчивая положительная взаимосвязь между предпочтениями полового диморфизма по развитию мускулатуры и физической силе (рис. 6). Наряду с парными корреляциями в некоторых женских выборках обнаружены комплексы взаимосвязанных предпочтений полового диморфизма (1) по длине тела, физической силе и мускулатуре (калмыки, кабардинцы, русские из Тулы); (2) по длине тела, физической силе и жировотложению (тувинцы, балкарцы, русские из

Тулы). Наибольшее количество статистически достоверных взаимосвязей между предпочтениями по разным критериям выявлено в группе русских женщин из Тулы.

Обсуждение

В настоящей работе были проанализированы предпочтения выраженности полового диморфизма по четырем соматическим признакам (длине тела, развитию мускулатуры, физической силе и жировотложению) у мужчин и женщин в восьми популяциях, различающихся по происхождению, экологическим условиям и культуре, и проведены кросс-популяционные сравнения.

Во всех изученных выборках мужчины и женщины считали привлекательным половые различия по длине тела, при которых мужчина выше женщины (рис. 1, 2), что отражает общий для многих современных популяций характер антропозстетических предпочтений, касающихся роста потенциального полового партнера («норма мужчина выше женщины») (Дронова, Бутовская, 2020; Ростовцева с соавт., 2024a; Stulp et al., 2017, 2016; Sorokowski et al., 2020). При этом наблюдались отчетливые различия оценок по данному критерию между полами, свидетельствующие о том, что женщины предпочитали более выраженный половой диморфизм по данному критерию, чем мужчины. В то время как во всех женских группах оценки соответствовали практически универсальному стандарту физической привлекательности потенциального партнера по данному критерию (мужчина выше женщины), то для мужчин наблюдались различия в предпочтениях, касающихся роста потенциальной партнёрши (рис. 2).

Полученные результаты позволяют предположить, что половые различия по развитию мускулатуры обладают большей значимостью в качестве критерия привлекательности для мужчин, чем для женщин, поскольку предпочтения последних были достаточно вариативны. Так, например, тувинские, кабардинские и балкарские женщины предпочитали мужчин с сильно развитой мускулатурой, в то время как бурятские, якутские и русские (москвички) женщины не отдавали большего предпочтения мускулистым мужчинам (рис. 3). Мужчины из всех популяций считали привлекательными женщин со слабо развитой мускулатурой, хотя для бурят, кабардинцев и балкарцев, эти предпочтения более выражены (рис. 3).

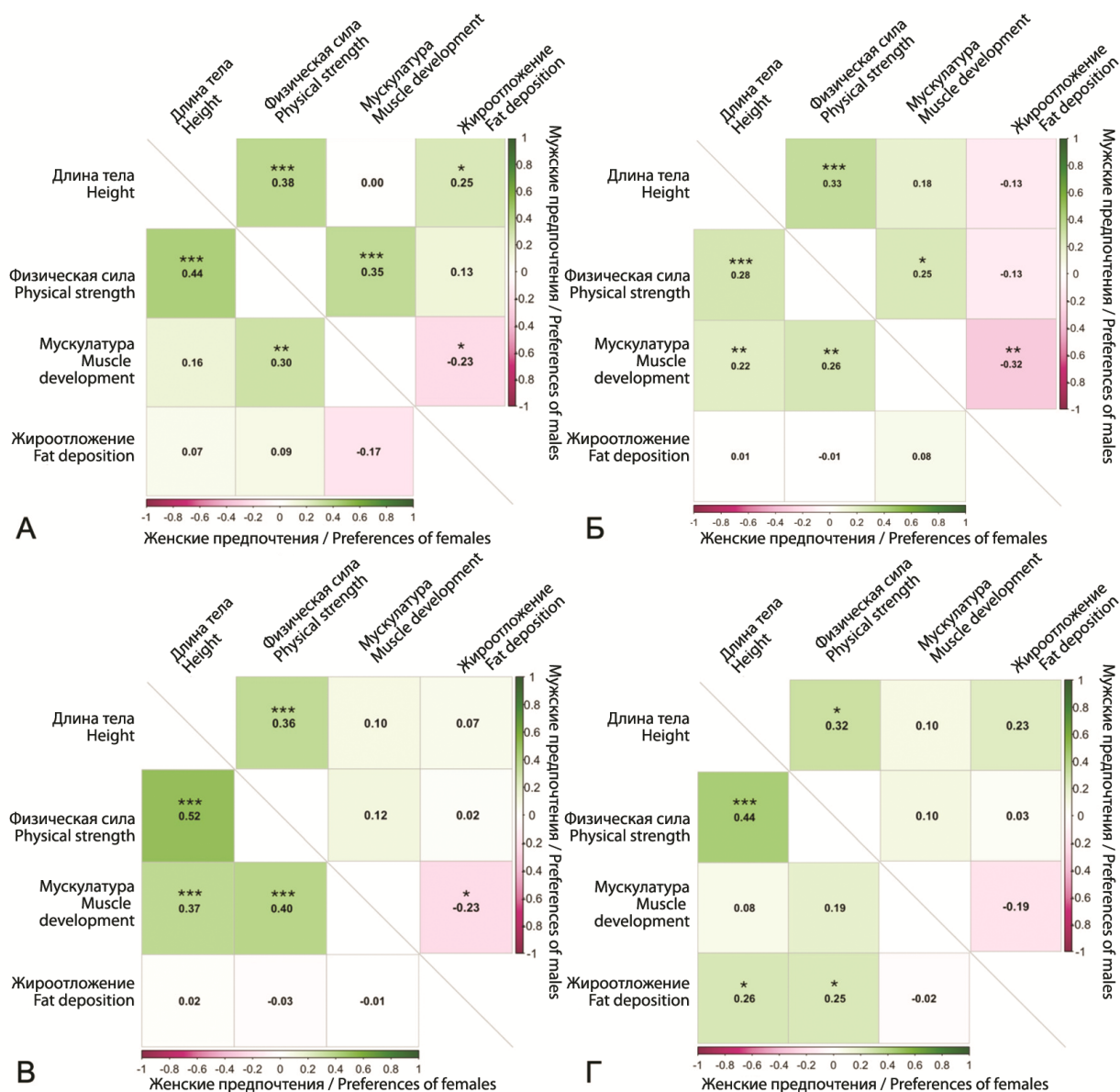


Рисунок 6. Матрицы корреляций между предпочтениями полового диморфизма по длине тела, развитию мускулатуры, физической силе и жироотложению у мужчин и женщин из изученных выборок якутов (А), кабардинцев (Б), калмыков (В) и тувинцев (Г)
 Примечания. Уровень достоверности различий: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Figure 6. Correlation matrices of preferences for sexual dimorphism in height, muscular development, physical strength, and fat deposition among males and females from the samples of Yakuts (A), Kabardians (B), Kalmyks (C), and Tuvans (D)
 Notes. Significance of differences: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Для обоих полов выявлена общая тенденция к предпочтению худощавого телосложения и низкого развития жироотложения у потенциальных половых партнеров (рис. 1, 5). Мужчины во

всех изученных группах предпочитали худых женщин полным, при этом subtilность (низкое жироотложение) как критерий женской телесной привлекательности имела большое значения

для калмыков, балкарцев и кабардинцев, в то время как предпочтения якутских мужчин этим не ограничивались (рис. 5).

В целом, выявленные в настоящем исследовании предпочтения выраженности полового диморфизма по компонентному составу тела соответствуют представлениям о мужской и женской физической привлекательности, преобладающим во многих современных обществах. Так, женщины в большинстве изученных популяций оценивали мускулистых и физически сильных мужчин как более привлекательных, что согласуется с результатами, полученными другими исследователями (Dixson et al., 2007, 2010; Coy et al., 2014; Gallup, Fink, 2018; Sell et al., 2017; Sidari et al., 2021). В свою очередь мужчины считали более привлекательными худощавых женщин, что соответствует антропоэстетическим предпочтениям, которые разделяют представители многих современных западных обществ (Tovée et al., 1998; 2006; Swami, Tovée, 2005, 2007; Swami et al., 2006, 2010; Kościński, 2013; Wang et al., 2015).

Однонаправленный характер некоторых представлений о межполовой привлекательности в популяциях, различающихся по происхождению, экологическим условиям, истории и культуре, позволяет интерпретировать их с позиций эволюционного подхода. Предпочтение женщинами высокорослых мужчин с развитой мускулатурой по всей видимости обусловлено тем, что эти характеристики рассматриваются как показатели приспособленности и репродуктивного потенциала потенциального партнера (общего здоровья, приспособленности, физической силы, социального статуса, доступа к ресурсам, способностей к защите потомства и эффективной конкуренции с представителями своего пола и т.д.) (Бутовская, 2004, 2013; Swami et al., 2008; Coy et al., 2014; Stulp, Barrett, 2016; Sell et al., 2017; Gallup, Fink, 2018; Durkee et al., 2019; Lassek, Gaulin, 2022). Однако, следует отметить, что на формирование предпочтений полового диморфизма по мускулатуре и жиросложению, по всей видимости, также оказали влияния современные унифицированные стандарты телесной красоты: атлетический для мужчин и лептосомный для женщин (Swami et al., 2010; Tiggemann, 2012; Wang et al., 2015; Tiggemann, Anderberg, 2020).

Выявленные популяционные различия антропоэстетических предпочтений могли быть отчасти обусловлены этнокультурными особенностями и социальными нормами, в том числе связанными с полоролевыми ожиданиями (Swami et al., 2008; Coy et al., 2014). Например, в обществах с выраженными консервативными элементами в гендерной системе, для членов которых, вероятно, важны демонстрация маскулинного поведения и проявление стереотипно мужских качеств, как, например, среди народов Северного Кавказа (в настоящем исследовании – кабардинцев и балкарцев) (Клименко, 2013), такие соматические параметры как развитая мускулатура и физическая сила, традиционно ассоциируемые с мужественностью, предположительно могут восприниматься как значимый критерий мужской привлекательности. Можно предположить, что наряду с установками, связанными с мужской внешностью, в обществах с традиционными представлениями о мужских и женских социальных ролях, стандарты женской красоты ассоциированы с характеристиками женственности, в частности стройностью и низким развитием мускулатуры.

В данном контексте примечательными являются результаты, полученные в выборке якутов, для которых выявлено отсутствие выраженной однонаправленности предпочтений полоспецифических признаков. В частности, якутские женщины отдавали наименьшее предпочтение более высокому росту мужчин по сравнению с женщинами из остальных исследованных выборок (рис. 2), а также были наиболее лояльны к мужской полноте (рис. 5). При этом якутские мужчины отдавали больше предпочтений развитию мускулатуры у женщин (рис. 3), и также чаще предпочитали полных женщин на фоне предпочтений, характерных для мужчин из других популяций (рис. 5). Такие особенности могут быть обусловлены как экологическими, так и социокультурными факторами. Якуты являются самой северной из исследованных нами популяций. В одной из наших более ранних работ отмечалось, что для якутов характерны довольно стабильные соматические показатели, характерные для северного типа (или арктического адаптивного типа) телосложения: более высокая массивность, более высокое содержание жировой, мышечной и костной ткани, большие значения обхватов туловища и самые низкие

значения кумулятивного коэффициента полового диморфизма по сравнению с другими монголоидными популяциями Сибири (буряты, тувинцы) (Ростовцева с соавт., 2024б). Это может свидетельствовать о доминирующем эффекте климата низких температур как стабилизирующего фактора. Этот фактор находит отражение и в социокультурных установках. В одном из недавних кросскультурных исследований также были показаны более эгалитарные представления якутов о распределении гендерных ролей (Буркова с соавт., 2025).

В предыдущей работе авторов было высказано предположение, что предпочтения полоспецифических особенностей по четырем соматическим признакам (длине тела, развитию мускулатуры, физической силе и жиротложению) группируются в единые антропоэстетические комплексы, «маскулинный» (высокий рост, развитая мускулатура, физическая сила, низкое жиротложение у мужчин) и «фемининный» (относительно низкий рост, слабое развитие мускулатуры, низкая физическая сила, сильное развитие жиротложение у женщин) (Ростовцева с соавт., 2024а). В настоящем исследовании также были установлены ассоциации между показателями предпочтений по разным критериям, однако устойчивых комплексов предпочтений ни в мужских, ни в женских группах выявлено не было (рис. 6). Можно предположить, что в мужских группах теоретический «фемининный» комплекс распадался на отдельные элементы, выражающиеся в парных ассоциациях полоспецифических признаков, отражавших сопряженность предпочтений мужчинами (1) относительно небольшого роста и физической слабости, а также (2) низкого развития жиротложения и мускулатуры у женщин, характерные для преобладающего большинства изученных групп. Предпочтение «маскулинного» комплекса (высокий рост, развитая мускулатура, физическая сила, низкое жиротложение) было обнаружено только для русских женщин из Тулы, что согласуется с результатами, полученными ранее (Ростовцева с соавт., 2024а). В некоторых женских группах были обнаружены комплексы предпочтений (1) высокого роста, мускулистости и физической силы, а также (2) высокого роста, низкого жиротложения и физической силы у мужчин. Кроме этого, для женщин установлены парные корреляции предпочтений (1) высокого

роста и физической силы, (2) развитой мускулатуры и физической силы у мужчин. С одной стороны, выявленные в мужских и женских группах парные и комплексные ассоциации могут отражать общую для всех выборок тенденцию к интеграции антропоэстетических предпочтений в «фемининный» и «маскулинный» комплексы соответственно. С другой стороны, целостность или фрагментарность комплексов может характеризовать специфические для разных культур комплексы представления о физической привлекательности мужского и женского тела.

Заключение

Таким образом, выявленные в настоящем исследовании предпочтения выраженности полового диморфизма по соматическим признакам (длине тела, развитию мускулатуры, физической силе и жиротложению) у мужчин и женщин из восьми популяций, отражают как универсальные, так и специфические для разных групп, представления о межполовой привлекательности, обусловленные эволюционными и социокультурными факторами. Большинство мужчин считали привлекательными стройных женщин со слабым развитием мускулатуры, чей рост был ниже их собственного. В свою очередь женщины предпочитали высоких мужчин с развитой мускулатурой (и физически сильных) и низким развитием жиротложения. Однако, в некоторых изученных популяциях наблюдалась большая вариабельность оценок по данным антропоэстетическим критериям. Выявлены устойчивые ассоциации некоторых антропоэстетических предпочтений, которые, по всей видимости, отражают общую для разных популяций тенденцию к комплексному восприятию физической привлекательности мужского и женского тела.

Список литературы

- Буркова В.Н., Бутовская М.Л., Семенова О.В., Амиргалина Г.Т., Галимханов А.Б., Егорова А.И., Зинурова Р.И. Мужские и женские роли у современной молодежи тюркоязычных народов (башкиры, казахи, татары и якуты) // Этнография, 2025. № 2 (28). С. 90–121.
- Бутовская М.Л. Язык тела: природа и культура. М.: Научный Мир. 2004. 437 с.
- Бутовская М.Л. Антропология пола. Фрязино: Век – 2. 2013. 256 с.
- Дронова Д.А., Бутовская М.Л. Брачная ассортативность и ее связь с половым диморфизмом у индейцев: экспериментальные данные с использовани-

ем стимульных изображений // Сибирские исторические исследования, 2020. № 1. С. 230–246.

Клименко Л.В. Гендерные диспозиции в современной северокавказской семье: модернизация и архаизация // Женщина в российском обществе, 2013. № 1. С. 20–31.

Ростовцева В.В., Бутовская М.Л., Мезенцева А.А. Представления о привлекательности мужского и женского тела и особенности полового диморфизма русских и бурят // Сибирские исторические исследования, 2024а. № 1. С. 185–209.

Ростовцева В.В., Бутовская М.Л., Мезенцева А.А., Дашиева Н.Б., Стручкова Н.А. Популяционные и половые особенности телосложения современных молодых бурят, якутов и тувинцев // Байкальские встречи – XIII. Степная Евразия: культурное единство и многообразие: материалы Международной научно-практической конференции (20–21 сентября 2024 г., Республика Бурятия, г. Улан-Удэ). Улан-Удэ: Издательско-полиграфический комплекс ФГБОУ ВО ВСГИК, 2024б. С. 34–42.

Bovet J. Evolutionary theories and men's preferences for women's waist-to-hip ratio: Which hypotheses remain? A systematic review. *Front. Psychol.*, 2019, 10, pp. 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01221>

Coy A.E., Green J.D., Price M.E. Why is low waist-to-chest ratio attractive in males? The mediating roles of perceived dominance, fitness, and protection ability. *Body Image*, 2014, 11 (3), pp. 282–289. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2014.04.003>

Davis A.C., Arnocky S. An Evolutionary Perspective on Appearance Enhancement Behavior. *Arch. Sex. Behav.*, 2022, 51 (1), pp. 3–37. <https://doi.org/10.1007/s10508-020-01745-4>

Dixson B.J., Dixon A.F., Morgan B., Anderson M.J. Human physique and sexual attractiveness: Sexual preferences of men and women in Bakossiland, Cameroon. *Arch. Sex. Behav.*, 2007, 36 (3), pp. 369–375. DOI: 10.1007/s10508-006-9093-8.

Dixson B.J., Dixon A.F., Bishop P.J., Parish A. Human physique and sexual attractiveness in men and women: A New Zealand–U.S. comparative study. *Arch. Sex. Behav.*, 2010, 39 (3), pp. 798–806. <https://doi.org/10.1007/s10508-008-9441-y>

Donovan C.L., Uhlmann L.R., Loxton N.J. Strong is the New Skinny, but is it Ideal?: A Test of the Tripartite Influence Model using a new Measure of Fit-Ideal Internalisation. *Body Image*, 2020, 35, pp. 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.09.002>

Durkee P.K., Polo P., Muñoz-Reyes J.A., Rodríguez-Ruiz C., Losada-Pérez M. et al. Men's Bodily Attractiveness: Muscles as Fitness Indicators. *Evol. Psychol.*, 2019, 17 (2). <https://doi.org/10.1177/1474704919852918>

Faries M.D., Bartholomew J.B. The role of body fat in female attractiveness. *Evol. Hum. Behav.*, 2012, 33 (6), pp. 672–681. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2012.05.002>

Frederick D.A., Haselton M.G. Why is muscularity sexy? Tests of the fitness indicator hypothesis. *Pers. Soc. Psychol. Bull.*, 2007, 33 (8), pp. 1167–1183. <https://doi.org/10.1177/0146167207303022>

Frederick D.A., Reynolds T.A. The Value of Integrating Evolutionary and Sociocultural Perspectives on Body Image. *Arch. Sex. Behav.*, 2022, 51 (1), pp. 57–66. <https://doi.org/10.1007/s10508-020-01745-4>

Gallup A.C., Fink B. Handgrip strength as a Darwinian fitness indicator in men. *Front. Psychol.*, 2018, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00439>

Kościński K. Attractiveness of women's body: body mass index, waist–hip ratio, and their relative importance. *Behav. Ecol.*, 2013, 24 (4), pp. 914–925. <https://doi.org/10.1093/beheco/art016>

Lassek W.D., Gaulin S.J.C. Do the Low WHRs and BMIs Judged Most Attractive Indicate Better Health? *Evol. Psychol.*, 2018, 16 (4). <https://doi.org/10.1177/14747049188000>

Lassek W.D., Gaulin S.J.C. Substantial but Misunderstood Human Sexual Dimorphism Results Mainly from Sexual Selection on Males and Natural Selection on Females. *Front. Psychol.*, 2022, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.859931>

Leopold L. Social body weight norms: a population-based profile in Germany, the Netherlands, and the United States. *BMC Public Health*, 2025, 25 (1), 876. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21449-5>

McComb S.E., Mills J.S. Eating and body image characteristics of those who aspire to the slim-thick, thin, or fit ideal and their impact on state body image. *Body Image*, 2022, 42, pp. 375–384. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2022.07.017>

NCD Risk Factor Collaboration (NCD RiskC). A century of trends in adult human height. *Elife*, 2016, 5, e13410. <https://doi.org/10.7554/eLife.13410>

Pisanski K., Fernandez-Alonso M., Díaz-Simón N., Oleszkiewicz A., Sardinias A. et al. Assortative mate preferences for height across short-term and long-term relationship contexts in a cross-cultural sample. *Front. Psychol.*, 2022, 13, 937146. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.937146>

Sell A., Lukaszewski A.W., Townsley M. Cues of upper body strength account for most of the variance in men's bodily attractiveness. *Proc. R. Soc. B.*, 2017, 284 (1869), 20171819. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1819>

Sidari M.J., Lee A.J., Murphy S.C., Sherlock J.M., Dixon B.J. et al. Preferences for Sexually Dimorphic Body Characteristics Revealed in a Large Sample of Speed Daters. *Soc. Psychol. Personal. Sci.*, 2021, 12 (2), pp. 225–236. <https://doi.org/10.1177/1948550619882925>

Singh D., Dixon B.J., Jessop T.S., Morgan B., Dixon A.F. Cross-cultural consensus for waist-hip ratio and women's attractiveness. *Evol. Hum. Behav.*, 2010, 31 (3), pp. 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2009.09.001>

Sorokowski P., Szmajke A., Sorokowska A., Cunen M.B., Fabrykant M. et al. Attractiveness of leg length: Report from 27 nations. *J. Cross. Cult. Psychol.*, 2011, 42 (1), pp. 131–139. <https://doi.org/10.1177/0022022110392229>

Sorokowski P., Kościński K., Sorokowska A., Huanca T. Preference for women's body mass and waist-to-hip ratio in tsimane' men of the Bolivian Amazon: Biological and cultural determinants. *PLoS One*, 2014, 9 (8), e105468. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105468>

Sorokowski P., Oleszkiewicz A., Sorokowska A., Pisanski K. Human height preferences as a function of population size in the Cook Islands and Norway. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (3), e23367. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23367>

Sorokowski P., Butovskaya M.L. Height preferences in humans may not be universal: Evidence from the Datoga people of Tanzania. *Body Image*, 2012, 9 (4), pp. 510–516. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2012.07.002>

Sorokowski P., Sorokowska A. Judgments of Sexual Attractiveness: A Study of the Yali Tribe in Papua. *Arch. Sex. Behav.*, 2012, 41, pp. 1209–1218. <https://doi.org/10.1007/s10508-012-9906-x>

Stulp G., Barrett L. Evolutionary perspectives on human height variation. *Biol. Rev.*, 2016, 91 (1), pp. 206–234. <https://doi.org/10.1111/brv.12165>

Stulp G., Simons M.J., Grasman S., Pollet T.V. Assortative mating for human height: A meta-analysis. *Am. J. Hum. Biol.*, 2017, 29 (1), e22917. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22917>

Swami V., Tovée M. J. Female physical attractiveness in Britain and Malaysia: A cross-cultural study. *Body Image*, 2005, 2 (2), pp. 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2005.02.002>

Swami V., Caprario C., Tovée M.J., Furnham A. Female physical attractiveness in Britain and Japan: a cross-cultural study. *Eur. J. Person.*, 2006, 20 (1), pp. 69–81. <https://doi.org/10.1002/per.568>

Swami V., Tovée M. J. Differences in attractiveness preferences between observers in low-and high-resource environments in Thailand. *J. Evol. Psychol.*, 2007, 5 (1), pp. 149–160. <https://doi.org/10.1556/jep.2007.1005>

Swami V., Furnham A., Balakumar N., Williams C., Canaway et al. Factors influencing preferences for height: A replication and extension. *Pers. Individ. Dif.*, 2008, 45 (5), pp. 395–400. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.05.012>

Swami V., Frederick D.A., Aavik T., Alcalay L., Allik J. et al. The attractive female body weight and female body dissatisfaction in 26 countries across 10 world regions: Results of the International Body Project I. *Pers. Soc. Psychol. Bull.*, 2010, 36 (3), pp. 309–325. <https://doi.org/10.1177/0146167209359702>

Tiggemann M. Sociocultural perspectives on body image. In *Encyclopedia of body image and human appearance*, 2012, pp. 758–765.

Tiggemann M., Anderberg I. The effect of Influencers' fashion and fitpiration images on men's body image. *Body Image*, 2020, 35, pp. 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.10.001>

Tovée M.J., Reinhardt S., Emery J.L., Cornelissen P.L. Optimum body-mass index and maximum sexual attractiveness. *The Lancet*, 1998, 352 (9127), pp. 548.

Tovée M.J., Swami V., Furnham A., Mangalparsad R. Changing perceptions of attractiveness as observers are exposed to a different culture. *Evol. Hum. Behav.*, 2006, 27 (6), pp. 443–456. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2006.05.004>

Wang G., Djafarian K., Egedigwe C.A., El Hamdouchi A., Ojiambo R. et al. The relationship of female physical attractiveness to body fatness. *Peer J.*, 2015, 3, e1155. <https://doi.org/10.7717/peerj.1155>

Watkins C. D. Mate assessment based on physical characteristics: a review and reflection. *Biol. Rev.*, 2025, 100 (1), pp. 113–130. <https://doi.org/10.1111/brv.13131>

Wells J.C.K. Sexual dimorphism in body composition across human populations: Associations with climate and proxies for short- and long-term energy supply. *Am. J. Hum. Biol.*, 2012, 24 (4), pp. 411–419. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22223>

References

Bovet J. Evolutionary theories and men's preferences for women's waist-to-hip ratio: Which hypotheses remain? A systematic review. *Front. Psychol.*, 2019, 10, pp. 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01221>

Burkova V., Butovskaya M., Semenova O., Amirgalina G., Galimkhanov A., Egorova A., Zinurova R. Male and Female Roles among Modern Youth of Turkic-- Speaking Populations (Bashkirs, Kazakhs, Tatars, and Yakuts). *Etnografya*, 2025, 2 (28), pp. 90–121. (In Russ.). [https://doi.org/10.31250/2618-8600-2025-2\(28\)-90-121](https://doi.org/10.31250/2618-8600-2025-2(28)-90-121)

Butovskaya M.L. *Body Language: Nature and Culture*. Moscow, Nauchnui Mir Publ., 2004. 437 p. (In Russ.).

Butovskaya M.L. *Anthropology of Sex*. Fiazino, Vek – 2 Publ., 2013. 256 p. (In Russ.).

Coy A.E., Green J.D., Price M.E. Why is low waist-to-chest ratio attractive in males? The mediating roles of perceived dominance, fitness, and protection ability. *Body Image*, 2014, 11 (3), pp. 282–289. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2014.04.003>

Davis A.C., Amocky S. An Evolutionary Perspective on Appearance Enhancement Behavior. *Arch. Sex. Behav.*, 2022, 51 (1), pp. 3–37. <https://doi.org/10.1007/s10508-020-01745-4>

Dixson B.J., Dixson A.F., Morgan B., Anderson M.J. Human physique and sexual attractiveness: Sexual preferences of men and women in Bakossiland, Cameroon. *Arch. Sex. Behav.*, 2007, 36 (3), pp. 369–375. DOI: 10.1007/s10508-006-9093-8.

Dixson B.J., Dixson A.F., Bishop P.J., Parish A. Human physique and sexual attractiveness in men and women: A New Zealand–U.S. comparative study. *Arch. Sex. Behav.*, 2010, 39 (3), pp. 798–806. <https://doi.org/10.1007/s10508-008-9441-y>

Donovan C.L., Uhlmann L.R., Loxton N.J. Strong is the New Skinny, but is it Ideal?: A Test of the Tripartite Influence Model using a new Measure of Fit-Ideal Internalisation. *Body Image*, 2020, 35, pp. 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.09.002>

Dronova D.A., Butovskaya M.L. Assortative mating and its relationship with sexual dimorphism in Indians: Experimental data using stimulus images. *Siberian Historical Research*, 2020, 1., pp. 230–246. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/2312461X/27/12>

Durkee P.K., Polo P., Muñoz-Reyes J.A., Rodríguez-Ruiz C., Losada-Pérez M. et al. Men's Bodily Attractiveness: Muscles as Fitness Indicators. *Evol. Psychol.*, 2019, 17 (2). <https://doi.org/10.1177/1474704919852918>

Faries M.D., Bartholomew J.B. The role of body fat in female attractiveness. *Evol. Hum. Behav.*, 2012, 33 (6), pp. 672–681. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2012.05.002>

Frederick D.A., Haselton M.G. Why is muscularity sexy? Tests of the fitness indicator hypothesis. *Pers. Soc. Psychol. Bull.*, 2007, 33 (8), pp. 1167–1183. <https://doi.org/10.1177/0146167207303022>

Frederick D.A., Reynolds T.A. The Value of Integrating Evolutionary and Sociocultural Perspectives on Body Image. *Arch. Sex. Behav.*, 2022, 51 (1), pp. 57–66. <https://doi.org/10.1007/s10508-020-01745-4>

Gallup A.C., Fink B. Handgrip strength as a Darwinian fitness indicator in men. *Front. Psychol.*, 2018, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00439>

Klimenko L.V. Gender disposition in a modern family of the Northern Caucasus: modernization and archaization. *Woman in Russian Society*, 2013, 1, pp. 20–31. (In Russ.).

Kościński K. Attractiveness of women's body: body mass index, waist–hip ratio, and their relative im-

- portance. *Behav. Ecol.*, 2013, 24 (4), pp. 914–925. <https://doi.org/10.1093/beheco/art016>
- Lassek W.D., Gaulin S.J.C. Do the Low WHRs and BMIs Judged Most Attractive Indicate Better Health? *Evol. Psychol.*, 2018, 16 (4). <https://doi.org/10.1177/14747049188000>
- Lassek W.D., Gaulin S.J.C. Substantial but Misunderstood Human Sexual Dimorphism Results Mainly from Sexual Selection on Males and Natural Selection on Females. *Front. Psychol.*, 2022, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.859931>
- Leopold L. Social body weight norms: a population-based profile in Germany, the Netherlands, and the United States. *BMC Public Health*, 2025, 25 (1), 876. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21449-5>
- McComb S.E., Mills J.S. Eating and body image characteristics of those who aspire to the slim-thick, thin, or fit ideal and their impact on state body image. *Body Image*, 2022, 42, pp. 375–384. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2022.07.017>
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD RiskC). A century of trends in adult human height. *Elife*, 2016, 5, e13410. <https://doi.org/10.7554/eLife.13410>
- Pisanski K., Fernandez-Alonso M., Díaz-Simón N., Oleszkiewicz A., Sardinias A. et al. Assortative mate preferences for height across short-term and long-term relationship contexts in a cross-cultural sample. *Front. Psychol.*, 2022, 13, 937146. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.937146>
- Rostovtseva V.V., Butovskaya M.L., Mezentsseva A.A. Preferences for male and female body parameters and characteristics of sexual dimorphism in Russians and Buryats. *Siberian Historical Research*, 2024a, 1, pp. 185–209. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/2312461X/43/12>
- Rostovtseva V.V., Butovskaya M.L., Mezentsseva A.A., Dashieva N.B., Struchkova N.A. Population and sex differences in the constitutional parameters of modern young Buryats, Yakuts and Tuvans. In *Baikal Meetings – XIII. Steppe Eurasia: Cultural Unity and Diversity: Materials of the International Scientific and Practical Conference (September 20–21, 2024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude)*, Ulan-Ude, Publishing and Printing Complex of the federal state budgetary educational institution of higher education «East-Siberian State Institute of Culture (VSGIK)», 2024b, pp. 34–42. (In Russ.).
- Sell A., Lukazsweski A.W., Townsley M. Cues of upper body strength account for most of the variance in men's bodily attractiveness. *Proc. R. Soc. B.*, 2017, 284 (1869), 20171819. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1819>
- Sidari M.J., Lee A.J., Murphy S.C., Sherlock J.M., Dixon B.J. et al. Preferences for Sexually Dimorphic Body Characteristics Revealed in a Large Sample of Speed Daters. *Soc. Psychol. Personal. Sci.*, 2021, 12 (2), pp. 225–236. <https://doi.org/10.1177/1948550619882925>
- Singh D., Dixon B.J., Jessop T.S., Morgan B., Dixon A.F. Cross-cultural consensus for waist-hip ratio and women's attractiveness. *Evol. Hum. Behav.*, 2010, 31 (3), pp. 176–181. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2009.09.001>
- Sorokowski P., Szmajke A., Sorokowska A., Cunen M.B., Fabrykant M. et al. Attractiveness of leg length: Report from 27 nations. *J. Cross. Cult. Psychol.*, 2011, 42 (1), pp. 131–139. <https://doi.org/10.1177/0022022110392229>
- Sorokowski P., Kościński K., Sorokowska A., Huanca T. Preference for women's body mass and waist-to-hip ratio in tsimane' men of the Bolivian Amazon: Biological and cultural determinants. *PLoS One*, 2014, 9 (8), e105468. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105468>
- Sorokowski P., Oleszkiewicz A., Sorokowska A., Pisanski K. Human height preferences as a function of population size in the Cook Islands and Norway. *Am. J. Hum. Biol.*, 2020, 32 (3), e23367. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23367>
- Sorokowski P., Butovskaya M.L. Height preferences in humans may not be universal: Evidence from the Datoga people of Tanzania. *Body Image*, 2012, 9 (4), pp. 510–516. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2012.07.002>
- Sorokowski P., Sorokowska A. Judgments of Sexual Attractiveness: A Study of the Yali Tribe in Papua. *Arch. Sex. Behav.*, 2012, 41, pp. 1209–1218. <https://doi.org/10.1007/s10508-012-9906-x>
- Stulp G., Barrett L. Evolutionary perspectives on human height variation. *Biol. Rev.*, 2016, 91 (1), pp. 206–234. <https://doi.org/10.1111/brv.12165>
- Stulp G., Simons M.J., Grasman S., Pollet T.V. Assortative mating for human height: A meta-analysis. *Am. J. Hum. Biol.*, 2017, 29 (1), e22917. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22917>
- Swami V., Tovée M. J. Female physical attractiveness in Britain and Malaysia: A cross-cultural study. *Body Image*, 2005, 2 (2), pp. 115–128. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2005.02.002>
- Swami V., Caprario C., Tovée M.J., Furnham A. Female physical attractiveness in Britain and Japan: a cross-cultural study. *Eur. J. Person.*, 2006, 20 (1), pp. 69–81. <https://doi.org/10.1002/per.568>
- Swami V., Tovée M. J. Differences in attractiveness preferences between observers in low-and high-resource environments in Thailand. *J. Evol. Psychol.*, 2007, 5 (1), pp. 149–160. <https://doi.org/10.1556/jep.2007.1005>
- Swami V., Furnham A., Balakumar N., Williams C., Canaway et al. Factors influencing preferences for height: A replication and extension. *Pers. Individ. Dif.*, 2008, 45 (5), pp. 395–400. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2008.05.012>
- Swami V., Frederick D.A., Aavik T., Alcalay L., Allik J. et al. The attractive female body weight and female body dissatisfaction in 26 countries across 10 world regions: Results of the International Body Project I. *Pers. Soc. Psychol. Bull.*, 2010, 36 (3), pp. 309–325. <https://doi.org/10.1177/0146167209359702>
- Tiggemann M. Sociocultural perspectives on body image. In *Encyclopedia of body image and human appearance*, 2012, pp. 758–765.
- Tiggemann M., Anderberg I. The effect of Influencers' fashion and fitspiration images on men's body image. *Body Image*, 2020, 35, pp. 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2020.10.001>
- Tovée M.J., Reinhardt S., Emery J.L., Cornelissen P.L. Optimum body-mass index and maximum sexual attractiveness. *The Lancet*, 1998, 352 (9127), pp. 548.
- Tovée M.J., Swami V., Furnham A., Mangalparsad R. Changing perceptions of attractiveness as observers are exposed to a different culture. *Evol. Hum. Behav.*, 2006, 27 (6), pp. 443–456. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2006.05.004>
- Wang G., Djafarian K., Egedigwe C.A., El Hamdouchi A., Ojiambo R. et al. The relationship of female physical attractiveness to body fatness. *Peer J.*, 2015, 3, e1155. <https://doi.org/10.7717/peerj.1155>
- Watkins C. D. Mate assessment based on physical characteristics: a review and reflection. *Biol. Rev.*, 2025, 100 (1), pp. 113–130. <https://doi.org/10.1111/brv.13131>

Wells J.C.K. Sexual dimorphism in body composition across human populations: Associations with climate and proxies for short- and long-term energy supply. *Am. J. Hum. Biol.*, 2012, 24 (4), pp. 411–419. <https://doi.org/10.1002/ajhb.22223>

Информация об авторах/ Information about the authors

Хафизова Айнур Асхадовна, к.б.н., кафедра антропологии биологического факультета, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация

aya.khafizova@gmail.com;
<https://orcid.org/0000-0003-4764-6792>

Ростовцева Виктория Викторовна, к.б.н., Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
victoria.v.rostovtseva@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1846-9865>

Мезенцева Анна Александровна, к.и.н., Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
a.mezentseva.iea.ras.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6149-8971>

Дронова Дарья Алексеевна, к.и.н., Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
dariadronova@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2735-6248>

Дашиева Надежда Базаржаповна, д.и.н., научно-исследовательской лаборатория истории и теории культуры, Восточно-Сибирский государственный институт культуры, г. Улан-Удэ, Российская Федерация
dashieva-n@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3652-2535>

Короткова Анна Альбертовна, д.б.н., кафедра биологии и экологии факультета естественных наук, Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, г. Тула, Российская Федерация
korotkova123@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8699-9489>

Стручкова Наталья Анатольевна, к.и.н., исторический факультет, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Российская Федерация
na.struchkova@s-vfu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2611-1406>

Иргит Чодураа Константиновна, к.и.н., Тувинский институт гуманитарных и прикладных социально-экономических исследований при Правительстве Республики Тыва, г. Кызыл, Российская Федерация
choirgit84@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0268-6646>

Мацакова Наталья Петровна, к.и.н., гуманитарный факультет, Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова, г. Элиста, Российская Федерация
kalmhistory@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8586-1632>

Бутовская Марина Львовна, член-корр. РАН, д.и.н., профессор, Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
marina.butovskaya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5528-0519>

Khafizova Ainur A., Ph.D., Department of Anthropology, School of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation
aya.khafizova@gmail.com;
<https://orcid.org/0000-0003-4764-6792>

Rostovtseva Victoria V., Ph.D., Institute of Ethnology and Anthropology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
victoria.v.rostovtseva@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1846-9865>

Mezentseva Anna A., Ph.D., Institute of Ethnology and Anthropology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
a.mezentseva.iea.ras.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6149-8971>

Dronova Daria A., Ph.D., Institute of Ethnology and Anthropology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
dariadronova@yandex.ru
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2735-6248>

Dashieva Nadezhda B., D. Sci., Laboratory of History and Theory of Culture, East-Siberian State Institute of Culture, Ulan-Ude, Russian Federation
dashieva-n@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3652-2535>

Korotkova Anna A., D. Sci., Department of Biology and Ecology, Faculty of Science, Tula State Lev Tolstoy Pedagogical University, Tula, Russian Federation
korotkova123@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8699-9489>

Struchkova Natalia A., Ph.D., Faculty of History, North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russian Federation
na.struchkova@s-vfu.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2611-1406>

Irgit Choduraa K., Ph.D., Tuvan Institute of Humanitarian and Applied Socio-Economic Research under the Government of the Republic of Tuva, Kyzyl, Russian Federation
choirgit84@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0268-6646>

Matsakova Natalya P., Ph.D., Department of History of Russia, Records Management and Archival Studies, Faculty of Humanities, Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russian Federation
kalmhistory@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8586-1632>

Butovskaya Marina L., Corresponding Member RAS, D. Sci., Professor, Institute of Ethnology and Anthropology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
marina.butovskaya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5528-0519>

Поступила в редакцию 26.08.2025.
Получена после доработки 10.09.2025.
Принята к публикации 10.09.2025.

Received 26.08.2025.
Revised 10.09.2025.
Accepted 10.09.2025.

ИСТОРИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-11>

УДК/UDC 572.5/7; 03.61.21

Раскопки в Благовещенском монастыре Астрахани. Археология, краниология, восстановление облика погребенных

С.В. Васильев¹, Е.В. Веселовская^{1,2} ✉, Е.А. Просикова¹, Ю.В. Рашковская¹, Д.В. Васильев^{3,4}

¹ Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

² Российский государственный гуманитарный университет, г. Москва, Российская Федерация

³ Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева, г. Астрахань, Российская Федерация

⁴ Астраханский музей-заповедник, г. Астрахань, Российская Федерация

✉ veselovskaya.e.v@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Население города Астрахани с самого момента основания в 1558 г. формировалось из достаточно разнородных групп, как в антропологическом, так и в конфессиональном отношении. Хотя первоначально жителями крепости были служилые люди, стрельцы и донские казаки, уже в 17 веке в городе поселяются выходцы из окрестных территорий, а также пришельцы из Средней Азии, Индии, Армении. Антропологические исследования региона очень важны для понимания миграционных процессов в становлении города.

Материалы и методы. Исследованные останки были обнаружены в 2022 году на территории Благовещенского женского монастыря. Анализируемая выборка представляет собой европеоидное население из раскопок на территории Благовещенского монастыря (9 мужских черепов, 7 женских). Проведено стандартное краниологическое исследование мужской и женской частей выборки. С применением канонического анализа оценивали позицию мужской серии на фоне синхронных памятников европейской территории современной России. Методом М.М. Герасимова были выполнены контурные и графические портреты-реконструкции по четырем мужским и двум женским черепам.

Результаты и обсуждение. Краниологическое исследование выявило некоторую повышенную вариабельность по ряду признаков, что указывает на разнородность группы. Мужская серия характеризуется брахикефалией. Лица широкие на уровне лба, скул и нижней челюсти. Для женской выборки отмечается мезоцефалия, и, также, как и для мужчин, большие широтные размеры лица. Мужская выборка с территории Благовещенского монастыря г. Астрахани оказалась в центре графика в окружении серий из некрополей при монастырях Верхнего Поволжья.

Заключение. Изученная выборка характеризуется средними для восточно-европейского позднесредневекового населения значениями краниологических параметров. Представленная в статье галерея портретов наглядно демонстрирует диапазон изменчивости внешнего облика позднесредневекового православного населения Астрахани. По проведенному краниологическому анализу и выполненным реконструкциям внешнего облика можем заключить, что изученная группа несколько разнородна в рамках европеоидной расы, и может быть отнесена к среднеевропейскому ее варианту.

Ключевые слова: палеоантропология; Астрахань; Средневековье; Новое время; антропологическая реконструкция внешности

Финансирование. Исследование выполнено в рамках реализации гранта РФФИ № 23-48-10011 / БРФФИ № Б23РФ-121 «Биоархеологическая реконструкция образа жизни и физических характеристик средневекового населения Беларуси и европейской части России».

Для цитирования: Васильев С.В., Веселовская Е.В., Просикова Е.А., Рашковская Ю.В., Васильев Д.В. Раскопки в Благовещенском монастыре Астрахани. Археология, краниология, восстановление облика погребенных // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 139–151. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-11>

Excavations at the Annunciation Monastery in Astrakhan. Archaeology, craniology, craniofacial reconstruction of the buried

Sergey V. Vasiliev¹, Elizaveta V. Veselovskaya^{1,2}✉, Ekaterina A. Prosikova¹,
Yulia V. Rashkovskaya¹, Dmitry V. Vasiliev^{3,4}

¹ Institute of Ethnology and Anthropology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

² Russian State University for the Humanities, Moscow, Russian Federation

³ Astrakhan Tatishchev State University, Astrakhan, Russian Federation

⁴ Astrakhan Museum-Reserve, Astrakhan, Russian Federation

✉ veselovskaya.e.v@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The population of the city of Astrakhan has been formed from quite heterogeneous groups from the very moment of its founding in 1558, both anthropologically and confessionally. Anthropological studies of the region are very important for understanding the migration processes that contributed to the formation of the city.

Materials and Methods. The material studied was discovered in the territory of the Blagoveshchensky Women's Monastery during the work of the archaeological expedition in 2022. The analyzed sample represents a Europoid population from excavations at the Blagoveshchensky Monastery (9 male skulls, 7 female). A standard craniological study was conducted on both the male and female parts of the sample. Canonical analysis was applied. Contour and graphic portraits-reconstructions were created for four male and two female skulls using M.M. Gerasimov's method.

Results and discussion. The craniological study revealed some increased variability in a number of traits, indicating the heterogeneity of the group. The male series is characterized by brachycephaly. The faces are wide at the level of the forehead, cheekbones, and lower jaw. The female sample shows mesocephaly, and like that of the males, has large facial breadth measurements. The male sample from the territory of the Blagoveshchensky Monastery in Astrakhan was found at the center of the graph surrounded by series from necropolises near monasteries in the Upper Volga region.

Conclusion. The studied sample is characterized by average craniological parameter values typical for late medieval Eastern European populations. The gallery of portraits presented in the article demonstrates the range of variability in the appearance of late medieval populations in Astrakhan. Based on the conducted craniological analysis and completed reconstructions of appearance, we can conclude that the studied group is somewhat heterogeneous within the Europoid race and can be classified as a Central European variant.

Keywords: paleoanthropology; Astrakhan; Middle Ages; Modern times; anthropological reconstruction of appearance.

Funding. The study was carried out within the framework of the Russian Science Foundation and Belorussian Republican Foundation for fundamental research grant № 23-48-10011 «Bioarchaeological reconstruction of the lifestyle and physical characteristics of the medieval population of Belarus and the European part of Russia».

For citation: Vasiliev S.V., Veselovskaya E.V., Prosikova E.A., Rashkovskaya Y.V., Vasiliev D.V. Excavations at the Annunciation Monastery in Astrakhan. Archaeology, craniology, craniofacial reconstruction of the buried. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 139-151. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-11>

Благовещенский женский монастырь (известный также под названиями Девичий или Новодевичий) располагается в историческом центре города Астрахани, на Кремлёвском (Долгом, Заячьем) бугре, в его восточной части, примыкая с востока к территории памятника археологии «Культурный слой Белого города» в границах, ограниченных улицами Калинина, Советской, Молодой Гвардии и Морским садиком (бывший Полицейский сад).

Представляет собой небольшую внутригородскую крепость, изначально (в XVII–XVIII вв.) располагавшуюся вне пределов основных укреплений Белого города.

В настоящее время Религиозной организацией «Благовещенское архиерейское подворье г. Астрахани» было возведено новое здание Благовещенского собора на территории монастыря. В центральной части территории монастыря был выкопан котлован размерами 24 на 31 метр глубиной 3 м, который частично разрушил культурный слой и остатки архитектурных сооружений (фундаменты снесённых храмов). Исследования проводились археологической экспедицией Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева под руководством Д.В. Васильева и С.Ю. Акимовского. Площадь раскопа была размечена на двух участках, примыкающих к котловану строительства с востока и с запада. Здесь были обнаружены остатки фундаментов двух снесённых храмов, а также кладбища вокруг них, откуда и происходят исследованные материалы.

История освоения территории будущего монастыря начинается сразу после или даже во время строительства Астраханского кремля и Белого города – городского посада к востоку от территории кремля. В 1580-х годах у восточной стены острога (будущего Белого города) находился убогий дом или богадельня, называемая «Царское богомолье». При убогом доме находилось кладбище для погребения странных, т.е. бездомных или одиноких жителей города, которых некому было хоронить. Стояла богадельня за пределами крепостных сооружений, поэтому для безопасности требовала наличия некоторых укреплений для защиты от набегов кочевников (История Астраханского края, 2000, с. 864). В 1620 году было закончено строительство деревянного соборного храма. С этого времени на этом месте известен Вознесенский мужской мо-

настырь – первая астраханская обитель на территории Земляного города (посада, окружённого внешней линией укреплений) (Игумен Иосиф, 2002, с. 107–121).

В ходе раскопок в монастыре были обнаружены траншеи и столбовые ямы, оставшиеся от деревянной первичной фортификации богадельни.

Остатки деревянных фортификационных сооружений на раскопе в Благовещенском монастыре представлены зигзагообразной траншеей, которую удалось проследить на всех участках раскопа. Такая форма стен носила оборонительные функции и была связана с развитием огнестрельного оружия. С таких выдвинутых участков было проще вести фланговый огонь по нападающим.

Стены монастыря представляли собой заплот с поперечными рублеными стенками, которые держались за счёт внешних и внутренних вертикально вкопанных столбов. Тыновая фортификация являлась простейшим и самым древним типом деревянной крепостной стены (Крадин, 1988, с. 7). Это была быстровозводимая, недорогостоящая конструкция. Тын требовал дополнительных креплений, так как находившаяся в земле нижняя часть бревен быстро загнивала, и стена разрушалась (Раппопорт, 1956, с. 84). Следов башен в данной фортификации на исследуемых участках не было обнаружено.

Только в 1641 году было начато строительство каменной церкви в честь иконы Божией Матери «Знамение». Строительство затянулось до 1699 года, когда храм был освящён уже как Благовещенский и с этого момента начинается история собственно Благовещенского монастыря. После 1703 года в Благовещенский монастырь были переведены монахи из Пятницкого женского монастыря, а к соборному монастырскому Благовещенскому храму в это время был пристроен придел в честь Мученицы Параскевы Пятницы.

В 1722 году в монастырь из Кремля была перенесена деревянная церковь Иоанна Богослова по распоряжению губернатора А.П. Волынского для очищения Кремля по случаю ожидания царя Петра I (Игумен Иосиф, 2002, с. 107–121).

Интересно отметить, что все вышеперечисленные этапы застройки монастыря прекрас-

но фиксируются и датируются археологически. Так, строительство Благовещенского собора в 1640-х гг. может быть подтверждено закладными серебряными монетами этого периода в фундаментной траншее храма, а время переноса Иоанно-Богословского собора – закладными монетами эпохи Петра Великого в фундаментных траншеях этого собора. Траншеи бревенчатой фортификации мы можем датировать началом XVII столетия, так как они перерезают ряд погребений, которые уже существовали к моменту возведения первой монастырской ограды. В свою очередь, фундаментные траншеи храмов частично перерезают ряд захоронений начала XVII века и второй половины XVII века. Всего на некрополе Благовещенского монастыря было исследовано 306 погребений, которые относятся к периоду конца XVI – начала XX в. 12 погребений датируются XVI–XVII вв., 106 могут датироваться периодом XVII – начала XVIII века. К периоду XVIII – начала XIX века относится 165 захоронений, 18 погребений относятся к XIX веку. Основаниями для определения датировки являлись, во-первых, датирующий контекст раскопа, поскольку нам известны даты начала строительства монастырских храмов, а во-вторых, инвентарь самих погребений – кресты, отдельные редкие украшения и сосуды для елея, а также кирпичи с клеймами из ряда склепов.

В ходе исследований было обнаружено 15 погребений, отличительной чертой которых является кирпич под головой погребённого, который располагался внутри деревянного гроба и играл роль своеобразной «подушки». Большая часть погребений может быть описана следующим образом: все покойные ориентированы по линии запад-восток, были уложены в положении на спине в гробы, от которых сохранились лишь нижние доски. Большинство погребённых лицом обращены вверх. Общими признаками для всех погребений с кирпичом под головой покойного являлись следующие: наличие кирпича или фрагмента кирпича под головой; наличие сосуда, который использовался для елея; наличие обуви. Если кирпич присутствовал во всех погребениях, то елейницы и погребальная обувь встречались не везде. Из 15 погребений 7 были вообще безынвентарными, а в двух погребениях кроме елейницы также были обнаружены и другие предметы: бусы, медные пуговицы, медная пряжка.

Целью исследования было охарактеризовать выборку захороненных на Благовещенском кладбище в отношении краниологических признаков и прижизненного облика. Полученные данные вводят в научный оборот небольшую серию позднесредневекового населения юга Европейской части России.

Материалы и методы

Стоит отметить чрезвычайно плохую сохранность погребений. Поэтому пригодными для исследования оказались всего 9 мужских и 7 женских черепов. Во-первых, условия окружающего грунта не способствовали сохранности костей – они быстро разрушаются и рассыпаются. Во-вторых, значительная часть захоронений была повреждена в ходе интенсивного храмового строительства. В-третьих, теснота монастырского кладбища приводила к тому, что более поздние могилы разрушали более ранние, вся площадь кладбища фактически представляла собой один большой перекоп, в котором значительная часть костей и погребального инвентаря была перемешана. Индивидуальные признаки погребений не всегда удавалось проследить достоверно. Практически все отобранные для исследования индивиды, у которых сохранились череп, были захоронены в XVII–XVIII веках. Погребенные лежали на спине, головой на запад, руки были согнуты в локтях, кисти сложены в нижней части груди.

Проводилось стандартное краниологическое исследование, включающее оценку размерных и описательных характеристик (Алексеев, Дебеч, 1964). Был осуществлен межгрупповой сравнительный анализ мужской части выборки на фоне 25 близких по времени групп с территории Восточно-Европейской равнины, для чего использовали канонический анализ по 14 признакам черепа: продольный, поперечный и височный диаметры, наименьшая ширина лба, скуловой диаметр, верхняя высота лица, высота и ширина носа, ширина и высота орбиты, назомялярный и зигомаксиллярный углы, симотический указатель и выступание носа (соответствующую номерам 1,8,17, 9, 45, 48, 55, 54, 51, 52, 77, zm, ss/sc, 75 (1) (Алексеев, Дебеч, 1964).

По шести черепам, из которых четыре принадлежали мужчинам (№ 22, 43, 45, 51), а два женщинам (210/4 и 48/1), были выполнены графические карандашные реконструкции методом

М.М. Герасимова с учетом уточнений его последователей (Герасимов, 1955; Лебединская, 1989; Балуева, Веселовская, 2004; Веселовская, 2018; Расказова с соавт., 2020). На основе прижизненных размеров рассчитывались индексы, характеризующие лицевые пропорции, с использованием программы Алгоритм внешности (Веселовская, 2018).

Результаты

Краниологическое исследование

В таблицах 1 и 2 представлены основные статистические параметры изученных признаков в мужской (9 индивидов) и женской (7 индивидов) выборках.

Мужская часть выборки

Продольный диаметр мозговой части черепа у мужчин варьирует от очень малых до больших размеров, о чем говорит повышенное значение стандартного отклонения, что может свидетельствовать о некоторой неоднородности мужской выборки. Поперечный диаметр не отличается такой высокой вариабельностью, среднее значение данного признака по группе входит в категорию больших размеров. В целом группа может быть охарактеризована как брахикранная. Черепа у мужчин низкие, самое большое значение по высотному диаметру попадает в средние категории. Основание черепов короткое, широ-

Таблица 1. Основные статистические параметры признаков черепа. Мужчины
Table 1. The main statistical parameters of the skull features. Men

№	Наименование признака/ Feature	N	M (мм)	Min (мм)	Max (мм)	SD
1	Продольный диаметр / Cranial length	9	176,9	163,0	187,0	6,57
8	Поперечный диаметр / Cranial breadth	9	147,1	139,0	156,0	3,68
17	Высотный диаметр от ба / Cranial height (from basion)	9	130,3	122,0	136,0	3,85
5	Длина основания черепа / Cranial base length	9	99,3	89,0	105,0	4,00
9	Наименьшая ширина лба / Minimum frontal breadth	9	98,6	91,0	106,0	4,17
10	Наибольшая ширина лба / Maximum frontal breadth	9	128,2	120,0	138,0	5,19
11	Ширина основания черепа / Cranial base breadth	8	130,3	125,0	139,0	4,31
12	Ширина затылка / Occipital breadth	9	114,4	109,0	119,0	3,16
26	Лобная дуга / Frontal arc	9	125,9	118,0	141,0	6,74
27	Теменная дуга / Parietal arc	9	122,2	108,0	130,0	6,42
28	Затылочная дуга / Occipital arc	8	116,6	108,0	132,0	5,72
29	Лобная хорда / Frontal chord	9	110,2	104,0	121,0	4,74
30	Теменная хорда / Parietal chord	9	109,8	103,0	115,0	3,80
31	Затылочная хорда / Occipital chord	8	96,1	92,0	104,0	2,41
45	Скуловой диаметр / Bizygomatic breadth	7	137,9	133,0	142,0	2,73
40	Длина основания лица / Upper facial depth	8	96,6	87,0	105,0	5,97
48	Верхняя высота лица / Upper facial height	9	72,2	62,5	79,0	3,63
43	Верхняя ширина лица / Upper facial breadth	9	107,2	99,0	112,0	3,09
46	Средняя ширина лица / Midfacial breadth	8	96,3	92,0	111,0	3,67
55	Высота носа / Nasal height	9	53,0	49,5	56,0	1,36
54	Ширина носа / Nasal breadth	9	26,0	23,7	27,8	1,43
51	Ширина орбиты от mf / Orbital breadth (from mf)	9	39,2	34,5	42,5	2,07
52	Высота орбиты / Orbital height	9	32,9	30,0	38,0	1,93
77	Назомаллярный угол / Nasomalar angle	9	143,1	131,0	151,0	6,30
<zm'	Зигомаксиллярный угол / Zygomaxillary angle	7	131,4	124,0	141,0	4,37
SS	Симотическая высота / Simotic height	9	3,8	2,0	5,5	0,91
SC	Симотическая ширина / Simotic breadth	9	9,9	8,0	12,0	1,26
66	Угловая ширина / Bigonial breadth	3	106,3	95,0	119,0	8,44
69 (1)	Высота тела нижней челюсти / Mandibular body height	3	31,0	28,0	33,0	2,00
08:01	Черепной указатель / Cranial index	9	83,3	75,9	90,2	2,86
54:55:00	Носовой указатель / Nasal index	9	49,0	44,9	53,6	2,13
SS:SC	Симотический указатель / Simotic index	9	39,0	22,7	55,0	9,23
52:51:00	Орбитный указатель / Orbital index	9	84,0	78,9	98,7	5,19

Примечание. N – размер выборки; M – среднее значение признака; SD – стандартное отклонение. Здесь и в следующей таблице.

Note. N – the sample size; M – the average value of the feature; SD – the standard deviation. Here and in the following table.

кое. Затылок широкий, средний по размерам хорды и дуги. У большинства индивидов в группе показателю развития наружного затылочного выступа присвоен балл 1. Теменные дуга и хорда средних размеров. Широтные размеры лобной области крупные, в группе встречаются баллы от 2 до 4 по развитию надпереносья и балл 2 по протяженности надбровных дуг (Алексеев, Дебец, 1964).

Основания лиц средние по длине. У большинства исследуемых отмечается широкое лицо в верхней и скуловой частях, в средней части – среднеширокое. Лица средневысокие. Носы средние по высоте и ширине, мезоринные. Переносье средневысокое, широкое, симметрический указатель попадает в категории средних размеров. Орбиты низкие, короткие, мезоконхные по

указателю. Нижняя челюсть в углах широкая, тело по высоте среднее.

Для межгруппового анализа мужской части выборки пригодными оказались все 9 черепов. I и II канонические вектора (КВ) описывают более 77% изменчивости (рис. 1). Наиболее значимыми по первому КВ оказался скуловой диаметр (45), и с отрицательным значением выступание носа (75(1)), по второй – наименьшая ширина лба (9) и с отрицательным значением поперечный диаметр (8) и ширина орбиты (51). На графике не присутствует каких-либо обособленных скоплений, что, возможно, связано с неравномерной численностью серий, однако, на наш взгляд, является также и свидетельством смешения групп населения, отличавшихся значениями ряда признаков (в основном широтных (45)) лицевого скелета (рис. 1). По второму каноническому вектору в нижней части графика расположены представители памятников Москва, Георгиевский монастырь; Ярославль; Москва, Зачатьевский монастырь; Коломна; Спасо-Евфимиев монастырь Суздаля и Благовещенский монастырь Астрахани, которые характеризуются небольшой наименьшей шириной лба, и широким поперечным диаметром, и большой шириной орбиты. Ряд памятников далеко отстоят от общего скопления, но они единичны и не образуют группы, что, возможно, является проявлением индивидуальной изменчивости, а также указы-

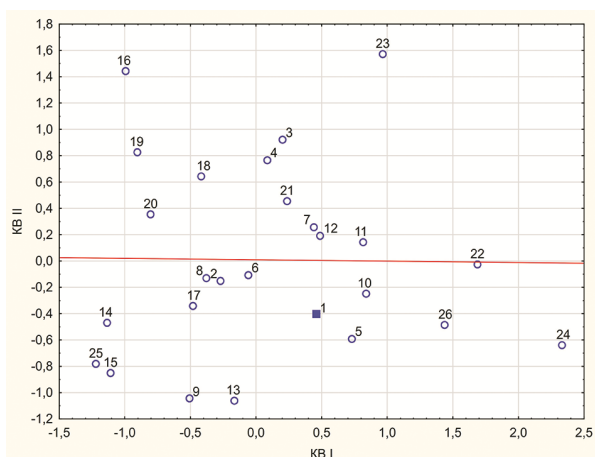


Рисунок 1. Положение мужской серии из Благовещенского монастыря г. Астрахани на фоне 25 синхронных серий Восточно-европейской равнины. Канонический анализ мужских серий с привлечением литературных данных

Figure 1. The position of the male series from the Monastery of the Annunciation in Astrakhan against the background of 25 synchronous series of the East European Plain. Canonical analysis of the male series using literary data

Примечания: 1. Астрахань, исследуемая серия; 2. Переславль, Усекновенская церковь XVI–XVII, 3. Переславль, Никольская церковь XVI–XVIII, 4. Новодевичья слобода XVI–XVIII, 5. Москва, Зачатьевский монастырь XVI–XVIII, 6. Суздаль, Спасо-Евфимиев монастырь XVI–XVII, 7. Кириллов, Кирилло-Белозерский монастырь XV–XVII, 8. Село Катунки XV–XVIII, 9. Ярославль XVII, 10. Коломна XVII, 11. Вологда, Парковый переулок XV–XVII, 12. Вологда, Софийский собор XV–XVII, 13. Москва, Георгиевский монастырь XVIII, 14. Москва, церковь Федора Студита XVII–XVIII, 15. Москва, церковь Малое Вознесение XVII–XVIII, 16. Москва, церковь Св. Николая на Барсеневке XVII, 17. Козино, погребения XVIII, 18. Новгород XVI–XVIII, 19. Тверь, Старое кладбище XVI–XVIII, 20. Никольское XVI–XVII, 21. Тверь, Заволжский и Затверский посады XVI–XVIII, 22. Звенигород XVI–XVII, 23. Кашин XV–XVII, 24. Москва, XVI–XVII, 25. Тверь, Загородский посад, XVIII, 26. Нижегородский Кремль, XVII–XVIII.

Notes: 1. Astrakhan, the series under study; 2. Pereslavl, Useknovenskaya Church XVI–XVII, 3. Pereslavl, Nikolskaya Church XVI–XVIII, 4. Novodevichy Sloboda XVI–XVIII, 5. Moscow, Zachatievsky Monastery XVI–XVIII, 6. Suzdal, Spaso-Evfimiev Monastery XVI–XVII, 7. Kirillov, Kirillo-Belozersky Monastery XV–XVII, 8. Katunki village XV–XVIII, 9. Yaroslavl XVII, 10. Kolomna XVII, 11. Vologda, Park Lane XV–XVII, 12. Vologda, St. Sophia Cathedral XV–XVII, 13. Moscow, St. George Monastery XVIII, 14. Moscow, Church of Fyodor Studit XVII–XVIII, 15. Moscow, Church of the Little Ascension XVII–XVIII, 16. Moscow, Church of St. Nicholas on Barsenevka XVII, 17. Kozino, burials XVIII, 18. Novgorod XVI–XVIII, 19. Tver, Old cemetery XVI–XVIII, 20. Nikolskoye XVI–XVII, 21. Tver, Zavolzhsky and Zaversky villages XVI–XVIII, 22. Zvenigorod XVI–XVII, 23. Kashin XV–XVII, 24. Moscow, XVI–XVII, 25. Tver, Zagorodsky Posad, XVIII, 26. Nizhny Novgorod Kremlin, XVII–XVIII

вает на некоторую разнородность анализируемого населения. По сути дела, серия из Астрахани располагается в центре графика, чуть ниже оси X и окружена сериями некрополей при монастырях Верхнего Поволжья, т.е. демонстрирует средние для восточно-европейского позднесредневекового населения характеристики.

Женская часть выборки

В отличие от мужчин, женщины не демонстрируют высокой вариабельности продольного диаметра черепа, значение этого параметра входит в градации средних размеров. Большой изменчивостью у них характеризуется попереч-

ный диаметр, который принимает значения от очень малых до очень больших. В целом, женские черепа по форме мезокранные. Высота свода средняя, основание черепа среднее по длине и широкое. Затылок крупный по ширине. Затылочные дуга и хорда принимают большие значения. В большинстве случаев наружный затылочный бугор выражается баллом 1. Теменные хорда и дуга имеют средние значения. Лоб у женщин широкий как по наименьшему, так и по наибольшему показателю ширины, хорда и дуга по параметрам средние. Развитие надпереносья и надбровья характеризуется баллами 1–2.

Таблица 2. Основные статистические параметры признаков черепа. Женщины
Table 2. The main statistical parameters of the skull features. Women

№	Наименование признака/ Feature	N	M (мм)	Min (мм)	Max (мм)	SD
1	Продольный диаметр / Cranial length	7	175,6	170	181	3,51
8	Поперечный диаметр / Cranial breadth	7	138,3	127	150	6,04
17	Высотный диаметр от ба / Cranial height (from basion)	7	129	126	133	2,29
5	Длина основания черепа / Cranial base length	6	98	94	102	2,67
9	Наименьшая ширина лба / Minimum frontal breadth	7	96,6	94	99	1,92
10	Наибольшая ширина лба / Maximum frontal breadth	6	121	111	135	6
11	Ширина основания черепа / Cranial base breadth	6	126	114	141	6,67
12	Ширина затылка / Occipital breadth	6	108,3	103	113	2,89
26	Лобная дуга / Frontal arc	7	125	120	130	3,14
27	Теменная дуга / Parietal arc	7	124,3	117	135	5,18
28	Затылочная дуга / Occipital arc	5	114,4	104	120	4,16
29	Лобная хорда / Frontal chord	7	108	104	114	2
30	Теменная хорда / Parietal chord	7	109,6	102	118	3,51
31	Затылочная хорда / Occipital chord	5	95,2	88	101	3,76
45	Скуловой диаметр / Bizygomatic breadth	5	130,8	118	138	5,44
40	Длина основания лица / Upper facial depth	4	97,3	93	101	–
48	Верхняя высота лица / Upper facial height	6	68,5	62	76	4,5
43	Верхняя ширина лица / Upper facial breadth	6	104,8	103	108	1,42
46	Средняя ширина лица / Midfacial breadth	6	93,8	90	97	2,56
55	Высота носа / Nasal height	6	49,7	43,5	53,8	3,32
54	Ширина носа / Nasal breadth	6	24,9	23,5	28,2	1,28
51	Ширина орбиты от mf / Orbital breadth (from mf)	7	38,2	36,5	40	0,96
52	Высота орбиты / Orbital height	7	33,7	30	36,2	1,67
77	Назomаларный угол / Nasomalar angle	5	141,8	136	147	4,24
<zm'	Зигомаксиллярный угол / Zygomaxillary angle	5	133,6	126	138	3,28
SS	Симотическая высота / Simotic height	6	3,1	1,2	5,5	1,1
SC	Симотическая ширина / Simotic breadth	6	8,9	6	11	1,28
66	Угловая ширина / Bigonial breadth	1	92	92	92	–
69 (1)	Высота тела нижней челюсти / Mandibular body height	1	25	25	25	–
08:01	Черепной указатель / Cranial index	7	78,7	74,3	82,9	2,57
54:55:00	Носовой указатель / Nasal index	6	50,4	43,7	55,6	3,66
SS:SC	Симотический указатель / Simotic index	6	33,2	20	50	8,75
52:51:00	Орбитный указатель / Orbital index	7	88,2	78,9	94,5	4,73

Примечания. N – размер выборки; M – среднее значение признака; SD – стандартное отклонение. Здесь и в следующей таблице.

Note. N – the sample size; M – the average value of the feature; SD – the standard deviation. Here and in the following table.

Лица женщин широкие на всех измеренных уровнях. Основание и верхняя высота лица средние по длине. Нос средний по высоте и ширине, мезоринный по указателю. Переносье средневысокое и среднеширокое. Орбиты неширокие, средневысокие, мезоконхные по указателю. Нижняя челюсть среднеширокая в углах, тело по высоте низкое.

Восстановление облика

Предварительно на основе измерений черепов рассчитывали прижизненные размеры

головы. Эти данные представлены в таблицах 3 и 4. В таблице 3 приведены размеры головы, получаемые за счет прибавления к размеру на черепе толщины мягкого покрова в соответствующих зонах. Буквы М, С, Б означают попадание конкретного размера в категорию Большой, Средний или Малый.

В таблице 4 даны прижизненные размеры, рассчитываемые по уравнениям регрессии на основе черепных предикторов, а также размеры, совпадающие на лице и черепе. Предварительный

Таблица 3. Прижизненные размеры головы, рассчитанные на основе черепа за счет прибавления толщины мягких тканей
Table 3. Lifetime head dimensions calculated on the basis of the skull due to the addition of soft tissue thickness

Номер индивида, пол / Individual number, sex	43 ♂	45 ♂	22 ♂	51 ♂	210,4 ♀	48,1 ♀
Размеры, получаемые за счет прибавления толщины мягких тканей / Measurements obtained by adding soft tissue thickness						
Продольный диаметр / Cranial length	201 Б	188 М	192 С	185 М	191 Б	193 Б
Поперечный диаметр / Cranial breadth	155 С	157 С	160 Б	161 Б	152 Б	158 Б
Ширина лба / Frontal breadth	139 С	149 Б	141 С	142 С	124 С	131 Б
Наименьшая ширина лба / Minimum frontal breadth	108 С	107 С	113 Б	109 С	104 С	107 Б
Верхняя ширина лица / Upper facial breadth	119 Б	113 С	120 Б	116 С	113 Б	115,5 Б
Скуловой диаметр / Bizygomatic breadth	148 Б	145 С	152 Б	151 Б	142 Б	142 Б
Ширина переносья / Nasal root breadth	15	13	16	13	10	14
Ширина спинки носа / Nasal bridge breadth	21	20,5	19	21	19,5	21
Ширина подбородка / Chin breadth	64 Б	59 С	–	58 С	–	–
Угловая ширина ниж. челюсти / Bigonial breadth	125 Б	115 С	–	139 Б	–	–
Морфологическая высота лица / Morphological facial height	135	133	135	122	–	–
Высота нижней челюсти / Mandibular height	52 Б	49 С	48 С	45 М	–	–
Высота подбородка / Chin height	30 М	28 М	27 М	25 М	–	–

Примечания. Буквами отмечены категории размера: Б – большой, С – средний, М – малый. Здесь и в следующей таблице.

Notes. Size categories are marked with letters: Б – large, С – medium, М – small. Here and in the following table.

Таблица 4. Прижизненные размеры головы, рассчитанные по уравнениям регрессии на основе черепных предикторов, и размеры, совпадающие на лице и черепе
Table 4. Lifetime head dimensions, calculated using regression equations based on cranial predictors, and sizes that match on the face and skull

Номер индивида	43	45	22	51	210/4	48/Б
Физиономическая высота лица / Physiognomic facial height	194,5 Б	193 Б	194,5 Б	185,1 С	–	–
Высота глазной щели / Palpebral fissure height	9,4	9,1	9,6	9,1	10,9	10,6
Длина глазной щели / Palpebral fissure length	24,7	24,4	25,7	24,4	25,2	24,9
Ширина носа / Nasal breadth	37,8 С	35,5 С	35,5 С	36,9 С	33,0 С	32,8 С
Расстояние между носогубными складками / Distance between nasolabial folds	55,5 М	51,2 М	51,2 М	53,8 М	46,4 М	46,1 М
Ширина рта / Mouth width	55,8 М	55,1 М	54,6 М	56,9 М	51,9 М	50,7 М
Высота уха / Ear height	64,5 С	64 С	65,2 С	65 С	62 С	62 С
Ширина уха / Ear breadth	38,3 С	38,2 С	38,5 С	38,8 С	35,8 С	35,8 С
Размеры, совпадающие на лице и на черепе / Measurements corresponding on the face and the skull						
Высота лба / Forehead height	59,5	60	59,5	63,1	–	–
Высота носа / Nasal height	63 Б	63 Б	61 С	58 С	62,5 Б	55 С
Высота крыла носа / Alar height	13 С	18 Б	16 Б	13 С	10,5 С	13,5 Б
Высота верхней губы / Upper lip height	13 М	15 М	18 М	12 М	17 С	–

расчет размерных характеристик головы позволяет осуществить более точное воспроизведение внешности по черепу.

Далее приводим индивидуальные описания внешности по шести индивидуам, по черепам которых был восстановлен внешний облик. В скобках приведены значения индексов, характеризующих пропорции головы и лица. На рисунках 2–7 представлены графические портреты, которые даны в сопровождении предварительного этапа восстановления внешности – контурной реконструкции. Женские черепа были без нижних челюстей, поэтому восстановление нижней части лица следует считать в некоторой степени условным.

Мужчина, № 22 (рис. 2)

Погребение располагалось в квадрате - 6/8. Было выявлено на уровне 2 пласта, при расчистке траншеи № 10 по обнажившимся костям. Череп хорошо сохранился.

Мужчина 30-35 лет характеризовался брахицефалией (0,83). Надбровный рельеф выражен слабо. Лицо среднеширокое, скулы выступают

умеренно. Ухо по размерам и пропорциям попадает в категории средних значений. Лоб средний по высотным и широтным размерам. Глазная щель длинная (0,30) и низкая (0,71), глазное яблоко выступает в средней степени. Нос узкий в крыльях (0,23), средний по высоте. В профиль спинка носа ближе к прямой. Переносье широкое (0,84), спинка носа узкая (0,53), крылья носа высокие. Верхняя губа средневысокая (0,14), нижняя челюсть низкая (0,36). Подбородок хорошо очерчен.

Мужчина, № 43 (рис. 3)

Погребение, принадлежавшее мужчине 30-35 лет, расположено в квадрате - 4/10, было выявлено при зачистке поверхности пласта 3. Глубина залегания 95–98 см.

Головной указатель попадает в градации мезоцефалии. Голова в лобно-затылочном направлении достаточно вытянута, теменная часть выпуклая. Надбровье выражено значительно. Лицо среднеширокое (1,09). Уши средневысокие и среднеширокие, по пропорциям средние. Лоб широкий (0,94) и средневысокий (0,44). Глазная щель широкая (0,94) и низкая

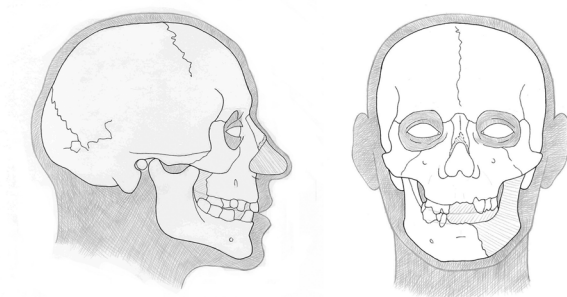


Рисунок 2. Контурная и графическая реконструкция облика по черепу мужчины № 22
Figure 2. Contour and graphic reconstruction of the image based on the skull of man No. 22

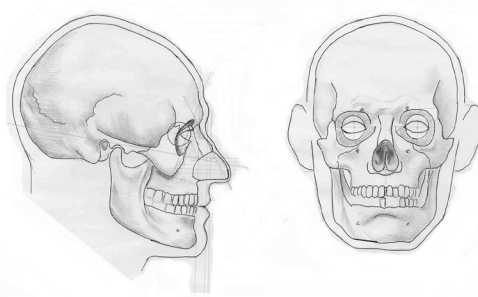


Рисунок 3. Контурная и графическая реконструкция облика по черепу мужчины № 43
Figure 3. Contour and graphic reconstruction of the image based on the skull of man No. 43

(0,070), глазное яблоко выступает в средней степени. Скулы сильно выступают (1,37). Нос по пропорциям средних размеров, переносье мелкое в профиль, среднеширокое в анфас. Спинка носа прямая, узкая (0,56), крылья носа средние по высоте. Верхняя губа короткая (0,96), ортогнатная, ротовая щель небольшая. Подбородок по высоте средний и узкий по ширине (0,5), заметно выступает. Нижняя челюсть средневысокая.

Мужчина, № 45 (рис. 4)

Погребение мужчины 30–35 лет расположено в квадратах -8/6, -10/6. на уровне 4 пласта. Выявлено в ходе расчистки погребения № 46. м. Границы прослеживаются на уровне отметок: южная – 95 см, западная – 114 см, восточная – 130 см, северная – 123 см.

Голова мужчины округлой формы, попадает в градации брахикефалии (0,84). Лицо среднеширокое, скулы выступают в средней степени. Ухо по всем показателям и пропорциям среднее. Лоб средневысокий и широкий (1,02). Глазная щель длинная (0,31) и низкая (0,069), глазное яблоко выступает слабо. Нос по высоте и ширине средний, переносье и спинка носа узкие

(0,63 и 0,58 соответственно). Спинка носа в профиль прямая, крыло носа высокое (0,29). Верхняя губа короткая (0,11), ротовая щель небольшая по длине (0,48). Подбородок средневысокий и узкий (0,5), выступает мало. Нижняя челюсть по высоте средневысокая (0,37).

Мужчина, № 51 (рис. 5)

Археологического описания нет. Погребенный был молодой мужчина около 30–35 лет, с головой округлой формы, головной указатель входит в градации брахикефалии (0,87). Надбровный рельеф выражен в средней степени. Лицо широкое в скулах и в углах нижней челюсти (1,24), укороченных пропорций. Скулы сильно выступают (1,38). Ухо несколько высокое (0,53), среднеширокое, по пропорциям среднее. Лоб высокий (0,52) и широкий (0,94). Глазная щель длинная (0,34) и низкая (0,074), глазное яблоко выступает в средней степени. Нос сильно выступающий, по форме в профиль прямой. Нос узкий в крыльях (0,24), средневысокий. Переносье утопленное, узкое, спинка носа также узкая (0,62 и 0,57 соответственно), крылья носа средневысокие. Верхняя губа короткая (0,98),

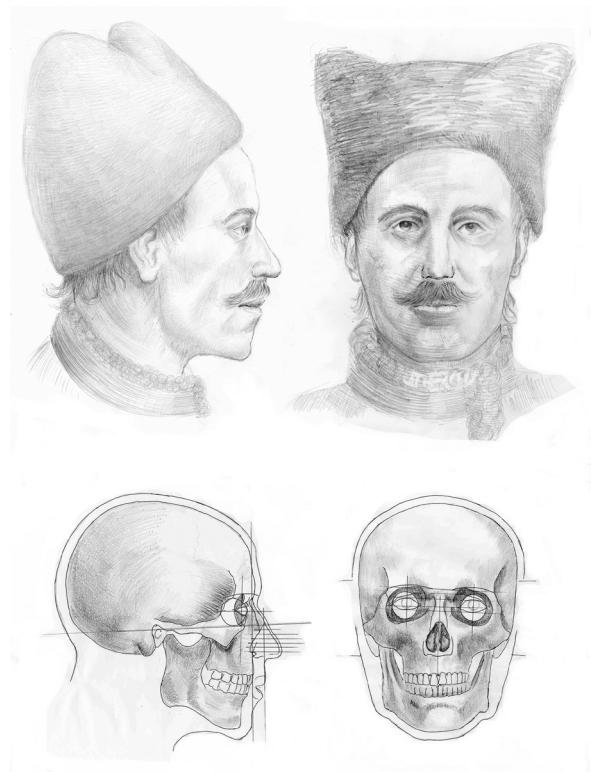


Рисунок 4. Контурная и графическая реконструкция облика по черепу мужчины № 45
Figure 4. Contour and graphic reconstruction of the image based on the skull of man No. 45

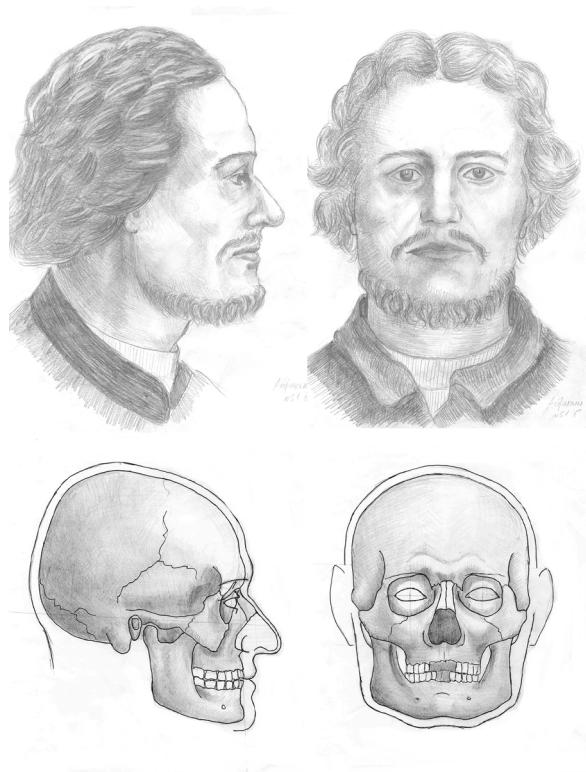


Рисунок 5. Контурная и графическая реконструкция облика по черепу мужчины № 51
Figure 5. Contour and graphic reconstruction of the image based on the skull of man No. 51

ротовая щель небольшая (0,41). Подбородок средневысокий и узкий (0,4), вперед выступает значительно, нижняя челюсть широкая и средневысокая.

Женщина, № 48/Б (рис. 6)

Погребение расположено в квадратах -10/4, -10/6, было обнаружено в ходе расчистки погребения 48/А. Захоронение находилось на уровне 3 пласта. Восточная часть могильной ямы практически полностью была уничтожена траншеей №1. Западная граница погребения была зафиксирована на уровне отметки -125 см. Сохранился череп, который находился в западной части ямы.

Голова округлой формы, попадает в градации брахикефалии (0,82). Скулы выступают слабо (0,98). Лоб широкий (0,97), лицевой отдел также широкий на всех уровнях. Глазная щель короткая (0,21). Нос среднеширокий (0,23), короткий, по форме прямой с некоторой тенденцией к вздернутости. Переносье широкое (1,24), спинка носа узкая (0,64), крылья носа высокие (0,24). Нижняя челюсть была реконструирована в соответствии с расположением суставных

ямок височных костей и формой зубной дуги верхней челюсти. Поэтому восстановление нижней части лица следует считать в некоторой степени условным.

Женщина, № 210/4 (рис. 7)

Головной указатель попадает в градации мезокефалии (0,79). Лицо широкое. Скулы выступают слабо (1,08). Лоб широкий. Глазная щель короткая (0,22). Нос прямой, выступающий, в крыльях среднеширокий. Переносье широкое (1,33), а спинка носа узкая (0,59), крылья носа короткие (0,16). Нижняя челюсть также была реконструирована по прилежащим костям. Поэтому описание приведено без нижней части лица.

Обсуждение

Астрахань сегодня являет собой пример многонационального российского города, где мирно уживаются представители разных народов и конфессий. Также разнородно было население города и в позднее средневековье, когда жили люди, составившие анализируемую в статье выборку. На протяжении нескольких веков со времени присоединения Астраханского ханства

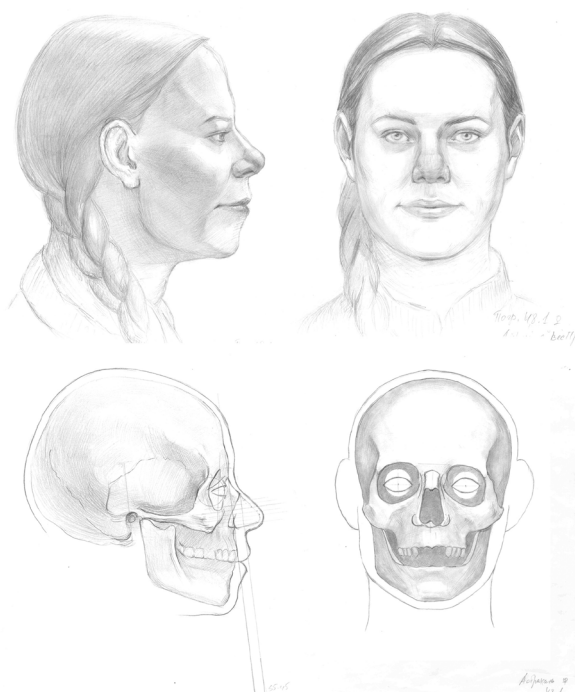


Рисунок 6. Контурная и графическая реконструкция облика по черепу женщины № 48/Б

Figure 6. Contour and graphic reconstruction of the appearance of the skull of woman No. 48/B

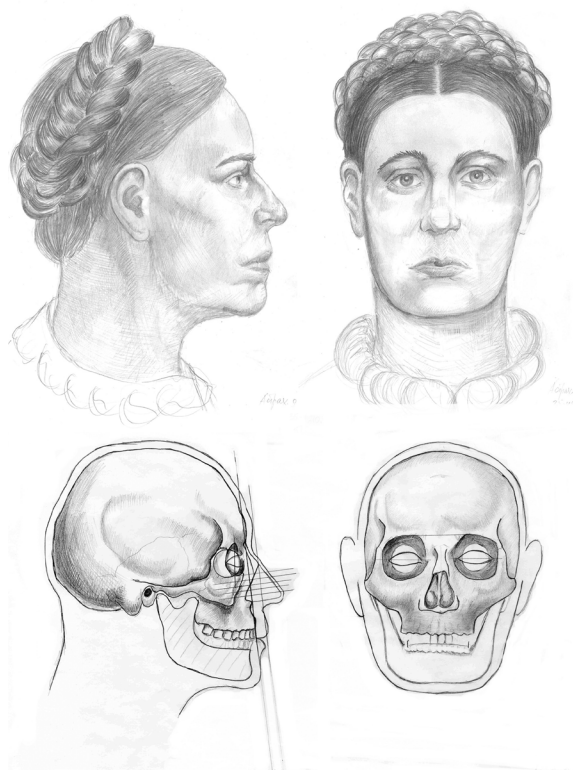


Рисунок 7. Контурная и графическая реконструкция облика по черепу женщины № 210/4

Figure 7. Contour and graphic reconstruction of the appearance of the skull of woman No. 210/4

к России в 1568 г. и основания Астрахани сюда переселялись русские и донские казаки, татары. Богатый город привлекал иностранных мигрантов из Индии, Средней Азии, Армении, Междуречья.

Исследованная выборка, составленная из захороненных на православном кладбище возле Благовещенского монастыря, представляет собой людей европеоидного облика. Однако в рамках этого антропологического типа мы наблюдаем некоторое разнообразие, что выражается в больших значениях стандартного отклонения по ряду краниологических признаков. Обряд погребения, разумеется, выдержанный в строгих православных традициях, также демонстрирует некоторый размах вариаций: кроме обычных погребений встречаются захоронения в склепах, а также интересный ряд погребений с «кирпичной подушкой».

В целом по краниологии мужская серия характеризуется брахикефалией, хотя именно по черепному указателю наблюдается наибольший размах значений. Лица широкие на уровне лба, скул и нижней челюсти. Для женщин наиболее варьирующим оказался поперечный диаметр, и в целом женская выборка характеризуется мезокефалией, и также, как и мужская, большими широтными размерами лица. Проведенный для мужской выборки межгрупповой анализ позволил зафиксировать срединное положение населения, захороненного на кладбище Благовещенского монастыря Астрахани, на фоне синхронных памятников, привлеченных для сравнения. Выполненные по четырем мужским и двум женским черепам портреты-реконструкции наглядно демонстрируют диапазон изменчивости внешнего облика позднесредневекового православного населения Астрахани.

Заключение

Подводя итог, можем заключить, что изученная группа несколько разнородная в рамках европеоидного антропологического типа, хотя, по всей видимости, может быть отнесена к среднеевропейскому его варианту. Размер выборок обоего пола невелик, поэтому воздержимся от категоричных выводов. Для всех исследованных можно отметить общие черты (большая абсолютная ширина лица, невысокий узкий нос), которые характерны как для мужчин, так и для женщин.

Представленные реконструкции внешнего облика демонстрируют изменчивость антропо-

логического типа этого населения. Проведенный межгрупповой анализ на сравнительном фоне географически и хронологически близких популяций выявил усредненность краниологических характеристик позднесредневековых астраханцев, захороненных на территории Благовещенского монастыря.

Список литературы

- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука. 1964. 128 с.
- Балуева Т.С., Веселовская Е.В. Новые разработки в области восстановления внешнего облика человека по краниологическим данным // Археология, этнография и антропология Евразии, 2004. № 1. С. 143–150.
- Веселовская Е. В. «Алгоритм внешности» – комплексная программа антропологической реконструкции. Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018. № 2. С. 38–54.
- Герасимов М.М. Восстановление лица по черепу (современный и ископаемый человек). М.: Изд-во АН СССР. 1955. 585 с.
- Игумен Иосиф (Марьян). Астрахань. Храмы и монастыри. Астрахань: Новая Линия. 2002. 272 с.
- История Астраханского края: Отв. ред. Н.М. Ушакова. Астрахань: Изд-во Астраханского гос. пед. ун-та. 2000. 1119 с.
- Крадин Н.П. Русское деревянное оборонное зодчество. М.: Искусство. 1988. 192 с.
- Лебединская Г.В. Реконструкция лица по черепу (методическое руководство). М.: Старый сад. 1989. 125 с.
- Раппопорт П.А. Очерки по истории русского военного зодчества X–XIII вв. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1956. 184 с.
- Рассказова А.В., Веселовская Е.В., Пеленицына Ю.В. Краниофациальные соотношения среднего этажа лица по материалам компьютерных томограмм. Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2020. № 4. С. 66–78.
- Сызранов А.В. Этносы и этнические группы Астраханской области. Справочное пособие. Астрахань: ОмЦ НК. 2008. 72 с.

References

- Abbot Joseph (Maryan). *Astrakhan. Temples and monasteries*. Astrakhan, New Line Publ., 2002. 272 p. (In Russ.).
- Alexeev V.P., G.F. Debetz. *Craniometry. Methods of anthropological study*. Moscow, Nauka Publ., 1964. 128 p. (In Russ.).
- Blueva T.S., E.V. Veselovskaia. New developments in the field of restoration of human appearance based on craniological data. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2004, 1, pp. 143–150. (In Russ.).
- Gerasimov M.M. *Reconstruction of the face on the skull (modern and fossilized person)*. Moscow, USSR Academy Science Publ., 1955. 585 p. (In Russ.).
- Kradin N.P. *Russian wooden defense architecture*. Moscow, Iskusstvo Publ., 1988. 192 p. (In Russ.).

Lebedinskaia G.V. *Facial reconstruction based on the skull (methodological guide)*. Moscow, Staryi sad Publ., 1989. 125 p. (In Russ.).

Rappoport P.A. *Essays on the history of Russian military architecture of the X–XIII centuries*. Moscow, the USSR Academy of Sciences Publ., 1956. 184 p. (In Russ.).

Rasskazova A.V., E.V. Veselovskaya, Pelenitsyna YU.V. Craniofacial correlations of the middle part of the face based on computed tomograms *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2020, 4, pp. 66–78. (In Russ.).

Syzranov A.V. *Ethnic groups and ethnic groups of the Astrakhan region. Reference manual*. Astrakhan, OMTS NK Publ., 2008. 72 p. (In Russ.).

The history of the Astrakhan region. Astrakhan, Astrakhan State Pedagogical University Publ., 2000. 1119 p. (In Russ.).

Veselovskaya E.V. «Algorithm of appearance» – a comprehensive program of anthropological reconstruction. *Vestnik Moscovskogo Universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya*, 2018, 2, pp. 38–54. (In Russ.).

Информация об авторах/ Information about the authors

Васильев Сергей Владимирович, д.и.н., Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
vasbor1@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0128-6568>

Веселовская Елизавета Валентиновна, д.и.н., Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук; Российский государственный гуманитарный университет, г. Москва, Российская Федерация
veselovskaya.e.v@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2932-9884>

Просикова Екатерина Андреевна, к.и.н., Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
prosikova@iea.ras.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1829-6191>

Рашковская Юлия Вадимовна, Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
j.pelenitsyna@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3378-9151>

Васильев Дмитрий Викторович, Астраханский государственный университет имени В.Н. Татищева; Астраханский музей-заповедник, г. Астрахань, Российская Федерация
hvdv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2346-8856>

Vasiliev Sergey Vladimirovich, Ph.D., Institute of Ethnology and Anthropology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
vasbor1@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0128-6568>

Veselovskaya Elizaveta Valentinovna, Ph.D., Institute of Ethnology and Anthropology, Russian Academy of Sciences; Russian State University for the Humanities, Moscow, Russian Federation
veselovskaya.e.v@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2932-9884>

Prosikova Ekaterina Andreevna, Ph.D., Institute of Ethnology and Anthropology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
prosikova@iea.ras.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1829-6191>

Rashkovskaya Yulia Vadimovna, Institute of Ethnology and Anthropology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
j.pelenitsyna@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3378-9151>

Vasiliev Dmitry Viktorovich, Astrakhan Tatishchev State University; Astrakhan Museum-Reserve, Astrakhan, Russian Federation
hvdv@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2346-8856>

Поступила в редакцию 14.08.2025.
Получена после доработки 26.09.2025.
Принята к публикации 26.09.2025.

Received 14.08.2025.
Revised 26.09.2025.
Accepted 26.09.2025.

ИСТОРИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-12>

УДК/UDC 572.5/7; 03.61.21

Палеопатологическая характеристика населения средневековой Вологды (по материалам некрополя 2-й половины XV – 1-й половины XVI в.)

В.П. Гусева¹ ✉, А.Д. Буряк¹, А.С. Фёдоров², В.И. Данилевская¹, Т.А. Пантелеева³

¹ Институт археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

² Научно-производственный центр «Артефакт», г. Вологда, Российская Федерация

³ Вологодский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, г. Вологда, Российская Федерация

✉ gusewa.violetta2018@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Антропологические коллекции из закрытых археологических комплексов представляют собой уникальный источник для реконструкции образа жизни и состояния здоровья населения прошлого методами биоархеологии.

Цель исследования: проведение комплексного палеопатологического анализа антропологической коллекции из некрополя г. Вологды (2-я половина XV – 1-я половина XVI в.).

Материалы и методы. Антропологический материал происходит из некрополя, изученного в 2022 г. в ходе раскопок по адресу: г. Вологда, ул. Ленинградская, д. 12. Раскоп площадью 166 м² вскрыл 121 погребение, датируемое 2-й половиной XV – 1-й половиной XVI в. Палеопатологическое исследование взрослой группы (N=44) проводилось по стандартным макроscopicким и рентгенологическим методикам; для сравнения частот использовался точный критерий Фишера.

Результаты. Выявлены различия в распределении частот патологий по полу. Мужская серия демонстрирует высокий уровень травматизма (67,9%), в рамках которого чаще встречаются переломы ребер (42,9%). У женщин уровень травматизма ниже (33,3%) и ограничен дистальными отделами конечностей. При анализе дегенеративных заболеваний позвоночника выделяется высокая частота узлов Шморля у женщин (80,0%). Статистически значимые различия в частотах встречаемости кариеса между мужчинами (29,2%) и женщинами (55,6%) отсутствуют, хотя и наблюдается тенденция к более высокой распространенности заболевания в женской группе. В обеих группах зафиксированы единичные случаи тяжелых инфекционных и системных заболеваний.

Обсуждение. Характер травматизма у мужчин свидетельствует об их высокой вовлеченности в межличностные конфликты. Характер дегенеративных изменений позвоночника позволяет выдвинуть гипотезу о разделении типов деятельности в зависимости от пола. Высокая частота грыж Шморля у женщин, в свою очередь, является яркой особенностью, так как этиология данной патологии комплексна и может быть связана не только с деятельностью, но и с конституциональными и генетическими факторами. У мужчин же наблюдается лишь тенденция к более выраженным проявлениям артроза и остеофитоза, вероятно, связанных с физическими нагрузками и возрастными изменениями.

Заключение. Анализ антропологической коллекции из узкодатированного закрытого комплекса г. Вологды позволил реконструировать состояние здоровья населения города в период его становления как важного военно-административного центра.

Ключевые слова: палеопатология; биоархеология; травматизм; дегенеративно-дистрофические заболевания; зубочелюстные патологии; городское население; Позднее Средневековье

Благодарности. Статья подготовлена в рамках выполнения темы НИР Института археологии Российской академии наук «Древнее и средневековое население Европейской части России в контекстах культурного развития и динамики генетического состава» (НИОКТР № 124050700063-0).

Для цитирования: Гусева В.П., Буряк А.Д., Фёдоров А.С., Данилевская В.И., Пантелеева Т.А. Палеопатологическая характеристика населения средневековой Вологды (по материалам некрополя 2-й половины XV – 1-й половины XVI в.) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 152–164. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-12>

Bioarchaeology of Medieval Vologda: Pathology and Adaptation Based on Anthropological Data from the Necropolis (2nd Half of the 15th – 1st Half of the 16th Centuries)

Violetta P. Guseva ¹ ✉, Anastasia D. Buryak ¹, Alexey S. Fedorov ², Viktoriia I. Danilevskaya ¹,
Tatyana A. Panteleeva ³

¹ Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

² Scientific and Production Center “Artifact”, Goncharnaya Vologda, Russian Federation

³ Vologda State Historical, Architectural, and Art Museum-Reserve, Vologda, Russian Federation

✉ gusewa.violetta2018@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. Skeletal assemblages from securely dated, closed archaeological contexts are an invaluable resource for bioarchaeological reconstructions of health and lifestyle in past populations. Objective: To conduct a comprehensive paleopathological analysis of the skeletal collection from the Vologda necropolis (second half of the 15th – first half of the 16th centuries).

Materials and Methods. The skeletal material originates from a necropolis excavated in 2022 at 12 Leningradskaya St., Vologda. The excavation area of 166 m² revealed 121 burials dating to the 2nd half of the 15th – 1st half of the 16th centuries. The paleopathological analysis of the adult sample (N=44) was performed using standard macroscopic and radiographic methods; Fisher's exact test was employed for inter-group frequency comparisons.

Results. Pronounced sex-related differences in the patterns of pathology were identified. The male sample exhibits a high prevalence of traumatic injuries (67.9%), with rib fractures being the most common type (42.9%). In the female sample, trauma prevalence is lower (33.3%) and lesions are confined to the distal limb elements. Among degenerative diseases, a notably high prevalence of Schmorl's nodes were found in the female sample (80.0%). A non-significant trend towards a higher prevalence of dental caries was observed in the female sample (55.6%) compared to the male sample (29.2%). Isolated cases of severe infectious and systemic diseases were also recorded in both groups.

Discussion. The trauma profile in males suggests a high level of involvement in interpersonal conflict. Patterns of degenerative changes in the spine suggest a sex-based division of labor. The high prevalence of Schmorl's nodes in females is a striking feature, as its etiology is complex and may relate not only to activity but also to constitutional and genetic factors. Conversely, males exhibit only a non-significant trend towards more pronounced arthrosis and spondylarthrosis, possibly related to physical stress.

Conclusion. The analysis of this well-contextualized skeletal assemblage from Vologda has enabled a detailed reconstruction of the health profile of an urban population during its emergence as a significant military and administrative center.

Keywords: paleopathology; bioarchaeology; trauma; degenerative joint disease; dentoalveolar pathology; urban population; Late Middle Ages

Acknowledgements. This study was carried out as part of the research project of the Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, “The Ancient and Medieval Population of the European Part of Russia in the Context of Cultural Development and Genetic Dynamics” (State Registration No. 124050700063-0).

For citation Guseva V.P., Buryak A.D., Fedorov A.S., Danilevskaya V.I., Panteleeva T.A. Bioarchaeology of Medieval Vologda: Pathology and Adaptation Based on Anthropological Data from the Necropolis (2nd Half of the 15th – 1st Half of the 16th Centuries). *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 152–164. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-12>

Введение

Палеоантропологические материалы средневековых городских некрополей служат важным источником для реконструкции условий жизни и анализа биологических особенностей палеопопуляций. Большое значение для развития представлений о характере распространения заболеваний и особенностей образа жизни городского населения имеют работы, основанные на изучении узкодатированных археологических комплексов (Бужилова, 2005).

Период XV–XVI вв. стал для Вологды временем динамичного развития, сопряжённого с серьёзными социально-демографическими кризисами. С одной стороны, город превращался в транзитный и торговый центр на пути в Европу (Кукушкин, 2018: 11–12). Строительство новой каменно-деревянной крепости по указу Ивана IV в 1566 году вызвало значительный приток населения и экстенсивный рост городской застройки. Археологические данные подтверждают, что в XV веке горожане начинают активно осваивать даже ранее неудобные, заболоченные участки посада, что требовало строительства сложных мелиоративных сооружений, таких как дренажные каналы и еловые гати (Андрианова, 2011; Андрианова, Грязнов, 2020).

С другой стороны, этот процесс сопровождался событиями, которые могли способствовать высокой смертности: военными действиями в рамках междоусобной войны (Соловьев, 1960), разрушительными пожарами 1481, 1499, 1525 гг. (Вологодско-Пермская летопись, 1959), голодом (1526 г.), а также эпидемиями, такими как «корчета¹» (1409 г.) и оспа (1426–1427 гг.) (Житие преп. Димитрия Прилуцкого, 1996). Давление подобного комплекса негативных средовых факторов неизбежно должно было отразиться на демографических показателях и патологическом статусе населения.

Ранее были опубликованы материалы антропологического исследования репрезентативных выборок из трех некрополей XV–XVIII вв. Останки получены в ходе спасательных работ: у южной стены Софийского собора (Кукушкин, Папин, 2001), на участке по адресу Парковый пер.,

д. 12 (Мокрушин, 2007) и на ул. Бурмагиных, д. 34 (Федоров, 2021). Несмотря на важность этих коллекций, их широкие хронологические рамки и многократно нарушенный археологический контекст ограничивают возможности антропологического анализа (Хартанович, Ширококов, 2011; Веселовская с соавт., 2023).

Цель исследования – проведение палеопатологического анализа антропологической коллекции из некрополя г. Вологды (2-я половина XV – 1-я половина XVI в.).

Впервые представлен анализ всей выборки в палеопатологическом контексте, тогда как ранее публиковался лишь единичный случай дифференциальной диагностики заболевания из этого некрополя (Гусева с соавт., 2025).

Материалы и методы

Антропологический материал был обнаружен в 2022 году в ходе спасательных археологических работ под руководством А. С. Федорова на территории некрополя, расположенного по адресу: г. Вологда, ул. Ленинградская, д. 12. В ходе работ был заложен раскоп площадью 166 м², вскрывший некрополь.

Некрополь представляет собой закрытый археологический комплекс. Верхняя хронологическая граница его функционирования (середина XVI в.) надежно устанавливается по перекрывающему его мощному горизонту строительных материалов (колотый известняк), который интерпретируется как остатки материалов, складированных в период возведения каменно-деревянной Вологодской крепости в 1566–1571 гг. Нижняя граница (2-я половина XV в.) определяется на основании анализа погребального инвентаря из вышележащего культурного слоя посада, в частности, комплекса из 37 проволочных монет, самые ранние из которых относятся к 1446–1450 гг., а также по типологии нательных крестов.

Погребения (N=121) были совершены в могильных ямах, прорезающих слой торфа. Захоронения совершались в гробах, колодах и берестяных свертках. Именно нахождение останков в консервирующей среде торфа, защищенного от последующих нарушений слоём известняка, обеспечило хорошую сохранность костной ткани (Мамонова с соавт., 1989).

¹ Летописное название заболевания, известного в медицине как эрготизм. Это тяжелое отравление, вызванное употреблением в пищу зерна (чаще всего ржи), зараженного грибом-паразитом спорыньей (*Claviceps purpurea*).

Половозрастной состав выборки включает 77 детей (до 15 лет) и 44 взрослых. Среди взрослых выявлено 28 мужчин и 12 женщин; у 4 индивидов пол установить не удалось из-за неполной комплектности материала. Необходимо отметить, что относительно небольшая численность взрослой выборки (N=44) накладывает определенные ограничения на статистическую интерпретацию полученных результатов.

Определение пола взрослых индивидов проводилось по комплексу морфологических признаков на черепе и тазе (Алексеев, Дебеч, 1964; Buikstra, Ubelaker, 1994). Возраст оценивался по нескольким независимым методикам, включая оценку изменений лонного симфиза (Brooks, Suchey, 1990), ушковой поверхности подвздошной кости (Lovejoy et al., 1985) и степени стирания зубов (Brothwell, 1981). Палеопатологическое обследование проводилось по расширенной программе (Бужилова, 1995; Aufderheide, Rodríguez-Martín, 1998; Buikstra, 2019). Распространённость патологий рассчитывалась методом индивидуального счета (под-

счёт по числу индивидов). Для статистической обработки данных использовался точный критерий Фишера (реализован в ПО Statistica 10.0).

Для получения объективной картины внутривидовых изменений использовалась многофункциональная передвижная рентгеновская установка ПРДУ. Исследование выполнялось с использованием приборной базы Центра коллективного пользования при ИА РАН (г. Москва).

Результаты

Патологии зубочелюстной системы. В ходе исследования была проанализирована и статистически обработана информация о встречаемости пяти патологий зубочелюстной системы. Кроме того, на эмали погребённых фиксировались линейная гипоплазия и прижизненные сколы. Встречаемость перечисленных признаков представлена в таблице 1.

Наиболее часто фиксируется зубной камень, выявленный у 57,6% индивидов. Он образует массивные над- и поддесневые отложения, охватывающие пришеечную треть коронок

Таблица 1. Частота встречаемости зубочелюстных патологий и маркеров стресса у взрослого населения из некрополя Вологды (2-я половина XV – 1-я половина XVI в.)
Table 1. Crude prevalence rate for dentoalveolar pathologies and physiological stress indicators in the adult sample from the Vologda necropolis (2nd half 15th – 1st half 16th c.)

Патологический признак / Pathological Trait	Дети / Children n/N (%)	Взрослые (всего) / Adults (total) n/N ¹ (%)	Мужчины / Male n/N (%)	Женщины / Female n/N (%)	p-value (точный критерий Фишера) / p-value (Fisher's exact test)
I. Зубочелюстные патологии / Dentoalveolar pathologies					
Кариес / Caries	1/54 (1,9)	12/33 (36,4)	7/24 (29,2)	5/9 (55,6)	0,233
Зубной камень / Dental calculus	1/54 (1,9)	19/33 (57,6)	14/24 (58,3)	5/9 (55,6)	1,000
Прижизненная утрата зубов / Antemortem tooth loss	–	10/33 (30,3)	6/24 (25,0)	4/9 (44,4)	0,396
Пародонтит / Periodontitis	–	8/33 (24,2)	5/24 (20,8)	3/9 (33,3)	0,651
Периапикальный абсцесс / Periapical abscess	–	3/33 (9,1)	2/24 (8,3)	1/9 (11,1)	1,000
II. Маркеры стресса / Physiological stress indicators					
Линейная эмалевая гипоплазия / Linear enamel hypoplasia	7/54 (13,0)	13/33 (39,4)	10/24 (41,7)	3/9 (33,3)	0,711
Прижизненные сколы эмали / Antemortem enamel chipping	–	2/33 (6,1)	2/24 (8,3)	0/9 (0,0)	1,000

Примечания для таблиц 1, 2, 3. 1 – n – количество индивидов в группе, у которых зафиксирован данный патологический признак, N – общее количество индивидов в группе, у которых данный признак можно было оценить (т.е. с сохранившимися соответствующими частями скелета). 2 – p-значения приведены для сравнения мужской и женской выборок.

Notes to Tables 1, 2, and 3. 1 – n denotes the number of individuals in the group exhibiting the given pathological trait; N denotes the total number of individuals in the group for whom this trait could be assessed (i.e., with the relevant skeletal elements preserved). 2 – p-values are provided for comparisons between the male and female samples.

(рис. 1.1). По-видимому, зубной камень спровоцировал хроническое воспаление тканей пародонта. Признаком этого процесса служит значительное снижение высоты альвеолярного отростка — горизонтальная резорбция альвеолярной кости, которая диагностирована у 24,2% взрослых (рис. 1.3).

Суммарная частота встречаемости кариеса составляет 36,4%. Заболевание проявляется в различных формах, включая глубокий окклюзионный кариес моляров с разрушением эмали и обнажением дентина. Наблюдается тенденция к более высокой встречаемости в женской серии (55,6%) по сравнению с мужчинами (29,2%), однако различия не достигают уровня статистической значимости ($p=0,233$). Кариозные поражения моляров в женской группе чаще всего прослеживаются в возрасте 25–35 лет, тогда как у мужчин они проявляются после 40–50 лет. В качестве осложнений кариеса наблюдаются пери-

апикальные воспалительные очаги (гранулемы или абсцессы), выявленные у 9,1% всей серии (рис. 1.4). Прижизненная утрата зубов отмечена у 30,3% взрослых, при этом данный признак чаще всего наблюдается у женщин в возрасте от 20–25 лет.

Линейная гипоплазия эмали, проявляющаяся в виде горизонтальных бороздок на эмали клыков и премоляров, выявлена у 39,4% взрослых (рис. 1.2). Прижизненные сколы эмали отмечены только в мужской выборке.

Травматические повреждения. Изучение травм скелета показывает, что у мужчин в целом процент травматизма выше, чем у женщин (67,9% против 33,3%) (табл. 2).

Статистически значимые различия ($p=0,007$) выявлены по частоте переломов ребер, которые обнаружены у 42,9% мужчин и

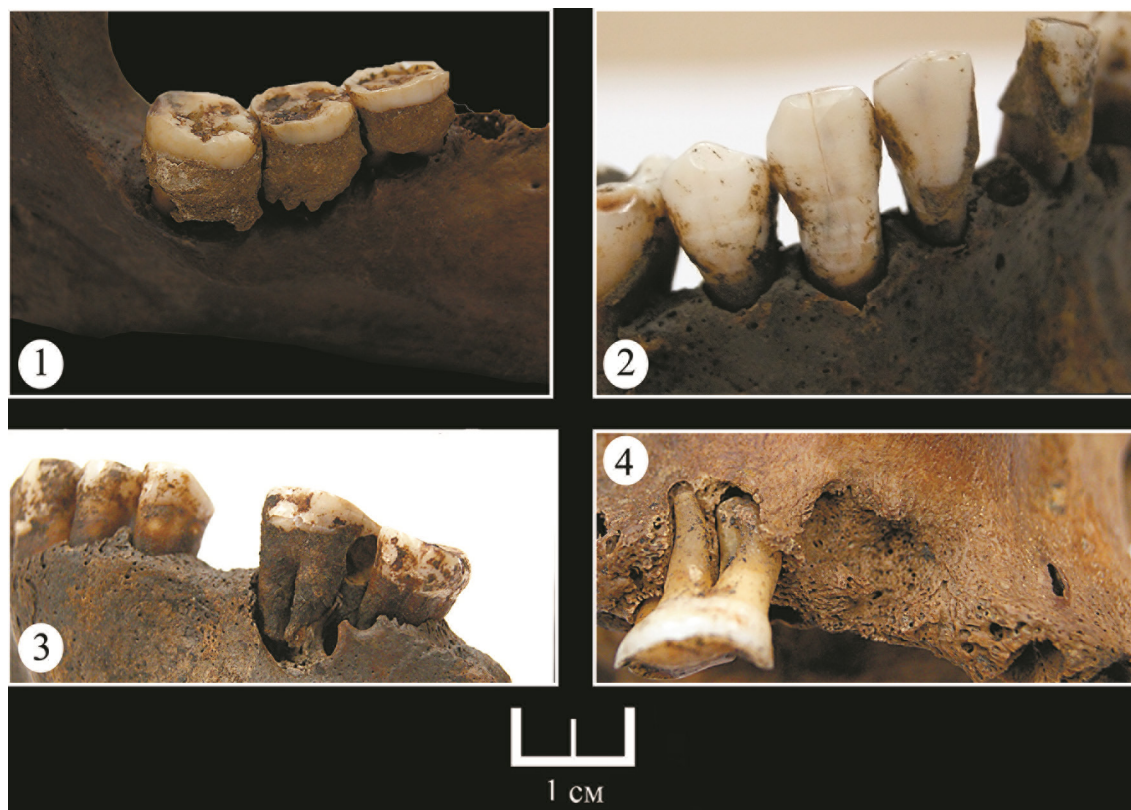


Рисунок 1. Патологии зубочелюстной системы
Figure 1. Dentoalveolar pathologies

Примечания. 1 – массивные отложения наддесневого зубного камня на молярах нижней челюсти (левая сторона) (погребение № 96, мужчина, 35–45 лет); 2 – линейная эмалевая гипоплазия на клыке и премоляре (погребение № 48, женщина, 25–30 лет); 3 – тяжелое пародонтальное поражение с резорбцией альвеолярного края (погребение № 96, мужчина, 35–45 лет); 4 – хронический апикальный периодонтит с формированием свищевого хода, правая сторона верхней челюсти (погребение № 4, женщина, 50+ лет).

Notes. 1 – massive supragingival calculus deposits on mandibular molars (burial 96, male, 35-45 years); 2 – linear enamel hypoplasia on the vestibular surface of a canine and first premolar (burial 48, female, 25-30 years); 3 – severe periodontitis with alveolar bone resorption (burial 96, male, 35-45 years); 4 – chronic apical periodontitis with a fistulous tract (burial 4, female, 50+ years).

Таблица 2. Частота встречаемости травматических повреждений в группе из г. Вологды (2-я половина XV – 1-я половина XVI в.)
Table 2. Crude prevalence rate for traumatic injuries in the sample from Vologda (2nd half 15th – 1st half 16th c.)

Локализация травматических повреждений / Localization of Traumatic Injuries	Взрослые (всего) / Adults (total) n/N ¹ (%)	Мужчины/ Male n/N (%)	Женщины/ Female n/N (%)	p-value (точный критерий Фишера) / p-value (Fisher's exact test)
I. Травмы осевого скелета / Injuries of the Axial Skeleton				
Череп / Skull	3/44 (6,8)	2/28 (7,1)	1/12 (8,3)	1,000
Ребра / Ribs	12/44 (27,3)	12/28 (42,9)	0/12 (0,0)	0,007
II. Травмы аппендикулярного скелета / Injuries of the Appendicular Skeleton				
Ключица / Clavicle	4/44 (9,1)	4/28 (14,3)	0/12 (0,0)	0,297
Кости плеча и предплечья / Bones of the upper arm and forearm	2/44 (4,5)	2/28 (7,1)	0/12 (0,0)	1,000
Кости бедра и голени / Bones of the thigh and lower leg	3/44 (6,8)	3/28 (10,7)	0/12 (0,0)	0,541
Кости кисти и стопы / Bones of the hand and foot	14/44 (31,8)	10/28 (35,7)	4/12 (33,3)	1,000
Общее число индивидов с травмами / Total number of individuals with injuries	23/44 (52,3)	19/28 (67,9)	4/12 (33,3)	0,079

полностью отсутствуют у женщин. Визуально эти повреждения представляют собой множественные, часто односторонние, зажившие переломы с формированием выраженных костных мозолей. Часто подобные травмы осложнены смещением отломков и угловой деформацией. В отдельных случаях число поврежденных ребер с одной стороны тела достигает семи.

Анализ локализации повреждений показывает, что переломы ключиц и длинных трубчатых костей конечностей также зафиксированы только у мужчин.

Среди травм конечностей выделяется консолидированный перелом диафизов (погребение № 37, мужчина, 25–35 лет) обеих костей предплечья («парирующий перелом»). Кости срослись со значительным угловым смещением и укорочением конечности (рис. 2.1). У другого мужчины (погребение № 18, 50+) зафиксирован перелом дистального метаэпифиза лучевой кости, чаще всего, возникающий при падении на вытянутую руку.

У мужчины старше 50 лет (погребение №108) выявлен консолидированный перелом диафизов костей (большеберцовой и малоберцовой) левой голени в нижней трети с формированием массивной костной мозоли, грубой варусной

деформации и возможного межберцового синостоза (рис. 2.2).

В женской выборке повреждения локализованы преимущественно на костях кистей и стоп (33,3%). Большинство из них — это зажившие переломы диафизов фаланг, пястных и плюсневых костей (рис. 2.3). О неосложненном заживлении свидетельствуют умеренно выраженная костная мозоль и отсутствие значительного смещения отломков.

Травмы черепа (6,8% взрослых) в основном представлены вдавленными переломами, возникшими в результате тупой травмы. Во всех случаях наблюдаются признаки заживления и ремоделирования костной ткани.

Дегенеративно-дистрофические изменения. Признаки дегенеративных изменений скелета были выявлены у 67,6% взрослых индивидов (табл. 3). Сравнение изменений докрестцового отдела позвоночника показывает общую направленность в распределении патологий. Анализ половозрастной структуры взрослой серии выявил существенные различия между группами. Мужская выборка (N=28) характеризуется значительным присутствием индивидов старшей возрастной когорты, составляющих около 25%. В то же время женская выборка (N=12) представлена исключительно индивидами

ми молодого (*adultus*, 20–35 лет) и среднего (*maturus*, 35–50 лет) возраста. У мужчин эти изменения проявляются, в первую очередь, в виде высокой частоты встречаемости остеофитоза

(37%). Одновременно с этим у мужчин фиксируется остеоартроз дугоотростчатых суставов (29,6%). Анкилоз в области грудного отдела выявлен у двух индивидов.



Рисунок 2. Травматические и инфекционные повреждения посткраниального скелета
 Figure 2. Traumatic and infectious lesions of the postcranial skeleton

Примечания. 1 – консолидированный перелом диафизов левых лучевой и локтевой костей (парирующий перелом) (погребение № 37, мужчина, 25–35 лет); 2 – консолидированный перелом диафиза левой голени (погребение № 108, мужчина, 50+ лет); 3 – консолидированные переломы диафизов III-V плюсневых костей правой стопы (погребение № 79, мужчина, 25–30 лет); 4 – хронический остеомиелит пястной кости левой кисти (макрофото и рентгенограмма) (погребение № 80, мужчина, 25–35 лет).

Notes. 1 – healed fracture of both forearm bones (radius and ulna) (burial 37, male, 25-35 years); 2 – healed fractures of both lower leg bones (tibia and fibula) (burial 108, male, 50+ years); 3 – healed diaphyseal fracture of the metatarsals (burial 79, male, 25-30 years); 4 – chronic osteomyelitis of a metacarpal bone (macroscopic and radiographic views) (burial 80, male, 25-35 years).

Таблица 3. Частота встречаемости дегенеративно-дистрофических заболеваний на телах позвонков у взрослого населения из некрополя г. Вологды (2-я половина XV – 1-я половина XVI в.)
 Table 3. Crude prevalence rate for degenerative spinal disease in the adult sample from the Vologda necropolis (2nd half 15th – 1st half 16th c.)

Патологический признак / Pathological Trait	Взрослые (всего) / Adults (total) n/N ¹ (%)	Мужчины/ Male n/N (%)	Женщины/ Female n/N (%)	p-value (точный критерий Фишера) / p-value (Fisher's exact test)
Узлы Шморля / Schmorl's nodes	13/37 (35,1)	5/27 (18,5)	8/10 (80,0)	0,002
Остеофитоз / Osteophytosis	11/37 (29,7)	10/27 (37,0)	1/10 (10,0)	0,224
Артроз дугоотростчатых суставов / Facet joint osteoarthritis	8/37 (21,6)	8/27 (29,6)	0/10 (0,0)	0,079
Общее число индивидов с дегенеративными изменениями / Total number of individuals with degenerative changes	25/37 (67,6)	17/27 (63,0)	8/10 (80,0)	0,447

У женщин эти изменения практически не зафиксированы, однако встречается высокая частота грыж Шморля (80%). Эти грыжи, проявляющиеся уже в молодом возрасте (начиная с 30 лет), локализуются на краниальных и каудальных поверхностях тел позвонков. В отдельном случае отмечен компрессионный перелом тела нижнегрудного позвонка у женщины 25–35 лет.

Инфекционно-воспалительные процессы.

Периостальные реакции на диафизах большеберцовых костей — одна из наиболее распространенных патологий в выборке (n=14). Встречается с одинаковой частотой у мужчин (33,3%) и женщин (28,5%). Изменения проявляются в



Рисунок 3. Палеопатологические проявления на останках из некрополя г. Вологды
Figure 3. Paleopathological manifestations on skeletal remains from the Vologda necropolis

Примечания. 1–2 – левая большеберцовая кость взрослого индивида (погребение 61) с признаками выраженной периостальной реакции: 1 – макрофотография, демонстрирующая выраженную игольчатую периостальную реакцию; 2 – рентгенограмма, выявляющая деструкцию костной ткани. 3 – грудные позвонки женщины 35–45 лет (погребение 28) с признаками структурной перестройки.

Notes. 1–2 – left tibia of an adult individual (burial 61) with signs of marked periosteal reaction:

1 – macroscopic view showing a pronounced spicular periosteal reaction; 2 – radiograph revealing bone destruction. 3 – Thoracic vertebrae of a 35–45-year-old female (burial 28) with signs of structural alteration.

виде пластинчатых наслоений новой костной ткани с пористой поверхностью и продольной сосудистой исчерченностью. Такая морфология указывает на хронический, незавершенный (активный) патологический процесс. Учитывая локализацию, наиболее вероятной причиной патологии являются посттравматическое воспаление или нарушение венозного кровообращения (Roberts, 2019, p. 289), а не системные инфекции.

У мужчины 25–35 лет (погребение № 80) выявлен случай хронического остеомиелита пястной кости. На пораженной кости присутствует обширная деструкция проксимального метаэпифиза с образованием крупной литической полости, окруженной склеротическим валом. Диафиз пораженной кости значительно утолщен вследствие периостальной реакции. Данные рентгенологического анализа подтверждают наличие характерных деструктивно-пролиферативных изменений костной ткани (рис. 2.4).

В ходе палеопатологического анализа были выявлены несколько случаев, требующих дифференциальной диагностики.

Особого внимания заслуживает палеопатологический случай у взрослой женщины 35–45 лет (погребение 28). Тела позвонков, преимущественно грудного и поясничного отделов, демонстрируют выраженную структурную перестройку. Макроскопически фиксируется генерализованная утрата кортикальной пластинки с обнажением губчатой ткани, что придает поверхности позвонков характерный пористый вид (рис. 3.3). При этом высота тел позвонков сохранена, признаки компрессионных переломов отсутствуют.

Проведенная дифференциальная диагностика исключает бактериальные инфекции (такие как туберкулез и бруцеллез) поскольку отсутствуют ключевые признаки этих заболеваний: литические очаги деструкции, каверны, абсцессы или реактивное костеобразование (Roberts, Buikstra, 2019: 334–345, 421–427). Макроскопическая картина интерпретируется нами как проявление тяжелой системной остеопении или метаболической остеодистрофии. Подобная генерализованная утрата кортикального слоя и обнажение трабекулярного рисунка могут свидетельствовать о широком спектре патологий: от гематологических нарушений до эндокринных расстройств, в частности гиперпаратиреозидизма, для которого характерна активная субпериостальная резорбция.



Рисунок 4. Фрагменты скелета мужчины 35–45 лет (погребение 110) с признаками инфекционного поражения

Figure 4. Skeletal elements of a 35–45-year-old male (burial 110) with signs of infectious disease

Примечания. 1 – плечевые и правая локтевая кости (макрофото и рентгенограмма); 2 – большеберцовые кости (макрофото и рентгенограмма); 3 – общий вид и детализация поражений на левой теменной кости (макрофото); 4 – локализация изменений на левой теменной кости.

Notes. 1 – humeri and right ulna: macroscopic and radiographic views; 2 – tibiae: macroscopic and radiographic views; 3 – lesions on the left parietal bone: macroscopic overview and detail; 4 – location of lesions on the left parietal bone.

На левой большеберцовой кости взрослого индивида из погребения 61 (пол не определен) зафиксированы признаки тяжелого патологического процесса, охватывающего среднюю и проксимальную трети диафиза на протяжении не менее 9 см (рис. 3.1). Макроскопически отмечается значительное утолщение кости с пористой, неровной поверхностью. Рентгенограмма выявляет сложную картину (рис. 3.2): фиксируется непрерывная волнообразная и слоистая периостальная реакция, сочетающаяся с выраженным склерозом.

Отсутствие очагов остеолитической деструкции и характер разрастаний позволяют исключить первичные злокачественные новообразования (остеосаркому или саркому Юинга), для которых характерно более агрессивное разрушение кости (Marques, 2019: 681–687).

Дифференциальный диагноз с хроническим остеомиелитом, который также может вызывать выраженную периостальную реакцию, в данном случае маловероятен. Ключевым аргументом против гнойного остеомиелита является полное отсутствие на рентгенограмме секвестров и полостей абсцессов.

Характер периостальной реакции (непрерывная, волнообразная, со склерозом) свидетельствует о доброкачественном течении процесса. Это позволяет интерпретировать выявленные изменения как хронические нарушения кровообращения (венозный застой, лимфостаз). Подобная морфология наиболее характерна для длительно существующих трофических язв голени.

Исследование скелета мужчины 35–45 лет (погребение 110) выявило множественные патологические изменения костной ткани. Макроскопический и рентгенологический анализ показал

выраженный двусторонний диффузный периостит (рис. 4.1, 4.2). Наблюдается массивное периостальное и эндостальное костеобразование, которое привело к практически облитерации костномозгового канала и склеротической перестройке кости. Поверхность костей имеет неровную, шероховатую структуру с продольной исчерченностью. На своде черепа, преимущественно на теменных костях, фиксируются множественные поверхностные дефекты (рис. 4.3, 4.4). Латеральнее левого теменного отверстия визуализируется депрессия костной ткани подквадратной формы, в центре которой располагаются углубления с пористым дном. Наличие выраженной депрессии делает картину неоднозначной: с одной стороны, подобные изменения могут напоминать зажившие дискретные поражения при *caries sicca* (стадия 5: «radial scars», цит. по: Hackett, 1976), с другой — не позволяют исключить последствия зажившей тупой травмы черепа.

Отсутствие очаговой деструкции, секвестров, свищевых ходов и поражения суставных поверхностей позволяет исключить остеомиелит. Симметричный и диффузный характер поражений, без признаков литических или бластических метастазов, не характерен для онкологических заболеваний. На основании морфологии поражений (Roberts, Buikstra, 2019) также исключаются метаболические, травматические и туберкулёзные поражения.

В соответствии с диагностическими критериями (Baker et al., 2020), учитывая невозможность исключить травматическую природу изменений на черепе, сочетание генерализованного периостита длинных костей и изменений на своде черепа позволяет определить статус диагноза трепонемной инфекции лишь как «сомнительный».

Обсуждение

Палеопатологический анализ антропологических серий из закрытых, узко датированных археологических комплексов является ключевым источником для реконструкции образа жизни и состояния здоровья популяций прошлых эпох. Прежде чем интерпретировать полученные палеопатологические данные, необходимо определить социальный статус исследованной группы. Некрополь расположен в непосредственной близости от бывшего Ильинского мужского монастыря, основание которого относится к XV в. (Черкасова, 2012), что ставит вопрос о

его возможной монастырской принадлежности. Однако половозрастной состав выборки из 121 индивида — преобладание детей и подростков (76 человек, или 63,3%) и значительная доля женщин среди взрослых (12 из 44, или 27,3%) — делает гипотезу об исключительно монашеском кладбище маловероятной.

Наиболее вероятной представляется версия о том, что данное кладбище являлось приходским. Предположение подкрепляется и особенностями погребального обряда: нательные кресты не являлись обязательным атрибутом, но при этом зафиксированы отдельные элитарные погребения (например, погребение с известняковой плитой), что характерно для статусного городского кладбища с социальной дифференциацией, а не для монашеской общины. Таким образом, изученная выборка с высокой долей вероятности отражает состояние здоровья посадского населения.

Высокий уровень травматизма у мужчин (67,9%) и характер повреждений заставляют думать о высоком уровне межличностного насилия. Переломы рёбер у мужчин — единственный тип травмы, частота которого статистически выше, чем у женщин. В данном случае переломы множественны и преимущественно локализованы в боковой части грудной клетки (4–9 ребра) — анатомической области, наиболее уязвимой при прямом ударе тупым предметом.

Этот вывод подкрепляется наличием других травм, связанных с насилием, таких как вдавленные переломы черепа и «парирующий» перелом предплечья, возникающий при защите от удара (Lovell, 1997). В совокупности данный травматический комплекс указывает не на единичные инциденты, а на высокий уровень межличностного насилия как неотъемлемой части жизни мужского населения. Резкий контраст с женской выборкой, где травмы (33,3%) локализованы на кистях, стопах и носят, вероятно, бытовой характер.

Анализ дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника требует интерпретации с учетом выявленных демографических различий. Более высокая частота остеофитоза (37%) и спондилоартроза у мужчин, вероятнее всего, обусловлена фактором возраста, так как мужская часть выборки включает значительное число индивидов старше 50 лет (*senilis*), у которых данные изменения являются естественным результатом накопительного износа скелета.

У женщин же высокая частота грыж Шморля (80%), локализованных преимущественно в грудном отделе, при отсутствии других маркеров позволяет выдвинуть гипотезу о специфическом типе деятельности. При этом высокая встречаемость грыж, проявляющихся уже в молодом возрасте, требует осторожной интерпретации. Вероятнее всего, мы наблюдаем результат сочетанного влияния физических (ротационных) нагрузок и генетической или морфологической предрасположенности (Trzciński et al., 2017).

Высокая частота кариозных поражений зубочелюстного аппарата свидетельствует о преобладании высокоуглеводной пищи, вероятно зерновых, в рационе, что соответствует модели питания средневекового городского населения (Larsen, 2015: 66-67). Наблюдается тенденция к более высокой частоте встречаемости кариеса у женщин (55,6%) по сравнению с мужчинами (29,2%), хотя эти различия не являются статистически значимыми, они могут отражать биологические особенности женского организма. Этиология может быть связана как с физиологическими факторами, так и с социокультурными особенностями питания (Hillson, 2005: 291, 299).

Прижизненные сколы эмали зафиксированы исключительно у мужчин, что является маркером либо парамастикаторной деятельности (использование зубов как инструмента), либо потребления пищи с более высоким абразивным компонентом.

Помимо распространенных патологий, в выборке зафиксирован ряд единичных, но крайне информативных случаев тяжёлых заболеваний, которые свидетельствуют о высокой патогенной насыщенности среды.

Заключение

Проведенное палеопатологическое исследование антропологической коллекции из некрополя г. Вологды (2-я половина XV – 1-я половина XVI в.) позволило выявить ряд значимых особенностей, характеризующих состояние здоровья городской популяции. Ключевыми результатами являются установление выраженных различий в характере травматизма по полу, с особо выделяющимся, преобладанием переломов ребер у мужчин, и в целом, высоким уровнем патологических проявлений в выборке. Несмотря на ограничения, связанные с объемом выборки, полученные данные вносят значимый вклад в палеоантропологические исследования населе-

ния Северо-Восточной части Русского государства XV–XVI вв.

Хотя макроскопический, рентгенологический анализы, а также дифференциальная диагностика оказались информативными, ряд выводов нуждается в подтверждении с помощью естественно-научных методов. Перспективными в этом отношении представляются: анализ изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ для реконструкции индивидуальных рационов и палеогенетические исследования для этиологической верификации инфекционных заболеваний, с целью подтверждения диагнозов.

Список литературы

- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука. 1964. 128 с.
- Андрианова Л.С. Новые данные о застройке и планировке средневековой Вологды // Археология, этнография и антропология Евразии, 2011. № 3 (47). С. 87–95.
- Андрианова Л.С., Грязнов А.Л. Дворовладение в Вологде в XV – начале XVIII века // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Исторические и филологические науки, 2020. № 2 (17). С. 13–21.
- Бужилова А.П. Древнее население: (Палеопатологические аспекты исследования). М.: ИА РАН. 1995. 186 с.
- Бужилова А.П. Homo sapiens. История болезни. М.: Языки славянской культуры. 2005. 320 с.
- Веселовская Е.В., Пантелеева Т.А., Рашковская (Пеленицына) Ю.В., Крыков Е.А., Васильев С.В. Портреты средневековых жителей Вологды. Антропологическая реконструкция внешности // Вестник антропологии, 2023. № 2. С. 291–307.
- Вологодско-Пермская летопись // Полное собрание русских летописей. Т. 26. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1959. С. 264–280.
- Гусева В.П., Буряк (Бабкина) А.Д., Пантелеева Т.С., Фёдоров А.С. Дифференциальная диагностика заболевания на скелетных останках ребёнка 11–12 лет из некрополя г. Вологды (II половина XV – I половина XVI вв.) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 3. С. 113–122.
- Житие преподобного отца нашего Димитрия Прилуцкого, Вологодского чудотворца. М.: Спасо-Прилуцкий монастырь. 1996. 48 с.
- Кукушкин И.П., Папин Д.О. Антропологические материалы из раскопок у Софийского собора в г. Вологде // Археология: история и перспективы. Ярославль: Изд-во ЯГУ, 2001. С. 45–48.
- Кукушкин И.П. Вологодская крепость. Вологда: Древности Севера, 2018. С. 11–12.
- Мамонова Н.Н., Романова Г.П., Харитонов В.М. Первичная обработка и определение антропологического материала в полевых условиях // Методика полевых археологических исследований. Л.: Наука, 1989. С. 50–83.

Мокрушин М.Л. Заключение о выполнении охранных археологических исследований на участке строительства по адресу: Парковый переулок, 12. НП «НИЦ «Древности». Вологда, 2007 г. // Архив НП «НИЦ «Древности».

Соловьев С.М. История России с древнейших времен. Книга II (тома 3–4). М.: Изд-во социально-экономической литературы, 1960. 784 с.

Федоров А.С. Отчет о проведении археологических наблюдений и раскопок на памятнике «Городище XII–XV вв. – место основания города Вологды» по адресу: Вологодская обл., г. Вологда, ул. Бурмагиных, д. 34, д. 34А, д. 34Б в 2018 г. Вологда, 2021 // Архив ИА РАН, Р-1.

Хартанович В.И., Широбокоев И.Г. К антропологии средневекового населения г. Вологды (краниологические материалы из погребений близ Софийского собора и Паркового переулка) // Радловский сборник. Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН. СПб.: МАЭ РАН, 2011. С. 228–234.

Черкасова М.С. Архивы вологодских монастырей и церквей XV–XVII вв.: исследования и опыт реконструкции. Вологда: Древности Севера. 2012. 512 с.

Aufderheide A.C., Rodríguez-Martín C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge, Cambridge University Press, 1998. 478 p.

Baker B.J., Crane-Kramer G., Dee M.W., Gregoricka L.A., Henneberg M. et al. Advancing the understanding of treponemal disease in the past and present. *Yearbook of Physical Anthropology*, 2020, 70, pp. 5–41. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23988>

Brooks S., Suchey J.M. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, 1990, 5 (3), pp. 227–238.

Brothwell D.R. *Digging up Bones: The Excavation, Treatment and Study of Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1981. 208 p.

Hackett C.J. *Diagnostic criteria of syphilis, yaws and treponarid (treponematoses) and of some other diseases in dry bones (for use in osteo-archaeology)*. Berlin – Heidelberg, Springer-Verlag, 1976. 134 p.

Hillson S. *Teeth*. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2005, p. 299.

Larsen C.S. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2015, pp. 66–67.

Lovejoy C.O., Meindl R.S., Pryzbeck T.R., Mensforth R.P. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, 1985, 68 (1), pp. 15–28.

Lovell N.C. Trauma analysis in paleopathology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 1997, 40 (25), pp. 139–170.

Marques C. Tumors of Bone. In: *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ed. by J.E. Buikstra. San Diego, Academic Press, 2019, pp. 681–719.

Roberts C.A. *Infectious Disease: Introduction, Periostitis, Periostitis, Osteomyelitis, and Septic Arthritis*. In: *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ed. by J.E. Buikstra. San Diego, Academic Press, 2019, pp. 285–319.

Roberts C.A., Buikstra J.E. Bacterial Infections. In: *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ed. by J.E. Buikstra. San Diego, Academic Press, 2019, pp. 321–439.

Trzciński D., Myszka A., Piontek J. High stature and body mass might affect the occurrence of Schmorl's nodes. *Anthropological Review*, 2017, 80 (3), pp. 301–311.

References

Alekseev V.P., Debets G.F. *Craniometry. The Technique of Anthropological Research*. Moscow, Nauka Publ., 1964. 128 p. (In Russ.).

Andrianova L.S. New data on the development and planning of medieval Vologda. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, 2011, 47 (3), pp. 87–95. (In Russ.).

Andrianova L.S., Gryaznov A.L. Household ownership in Vologda in the 15th – early 18th centuries. *Bulletin of Vologda State University. Series: Historical and Philological Sciences*, 2020, 17 (2), pp. 13–21. (In Russ.).

Aufderheide A.C., Rodríguez-Martín C. *The Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge, Cambridge University Press, 1998. 478 p.

Baker B.J., Crane-Kramer G., Dee M.W., Gregoricka L.A., Henneberg M. et al. Advancing the understanding of treponemal disease in the past and present. *Yearbook of Physical Anthropology*, 2020, 70, pp. 5–41. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23988>

Brooks S., Suchey J.M. Skeletal age determination based on the os pubis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods. *Human Evolution*, 1990, 5 (3), pp. 227–238.

Brothwell D.R. *Digging up Bones: The Excavation, Treatment and Study of Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1981. 208 p.

Buzhilova A.P. *Ancient Population (Paleopathological Aspects of the Study)*. Moscow, IA RAS Publ., 1995. 186 p.

Buzhilova A.P. *Homo Sapiens. A Medical History*. Moscow, Yazyki slavyanskoy kultury Publ., 2005. 320 p. (In Russ.).

Cherkasova M.S. *Archives of Vologda Monasteries and Churches of the 15th–17th Centuries: Research and Reconstruction Experience*. Vologda, Drevnosti Severa Publ., 2012. 512 p. (In Russ.).

Fedorov A.S. Report on archaeological observations and excavations at the site "Gorodishche of the 12th–15th centuries – the founding place of Vologda" at the address: Vologda Oblast, Vologda, Burmaginykh St., 34, 34A, 34B in 2018. Vologda, 2021. Archive of the IA RAS, R-1. Manuscript. (In Russ.).

Guseva V.P., Buryak (Babkina) A.D., Panteleeva T.S., Fedorov A.S. Differential diagnosis of a disease on the skeletal remains of an 11–12-year-old child from the necropolis of Vologda (2nd half of the 15th – 1st half of the 16th centuries). *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2025, 3, pp. 113–122. (In Russ.).

Hackett C.J. *Diagnostic criteria of syphilis, yaws and treponarid (treponematoses) and of some other diseases in dry bones (for use in osteo-archaeology)*. Berlin – Heidelberg, Springer-Verlag, 1976. 134 p.

Hillson S. *Teeth*. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2005, p. 299.

Khartanovich V.I., Shirobokov I.G. On the anthropology of the medieval population of Vologda (craniological materials from burials near Sofia Cathedral and Park

Lane). In: *Radlov Collection. Scientific Research and Museum Projects of the MAE RAS*. St. Petersburg, MAE RAN Publ., 2011, pp. 228–234. (In Russ.).

Kukushkin I.P., Papin D.O. Anthropological materials from excavations near the St. Sophia Cathedral in Vologda. In: *Archaeology: History and Prospects*. Yaroslavl, YSU Publ., 2001, pp. 45–48. (In Russ.).

Kukushkin I.P. *Vologda Fortress*. Vologda, Drevnosti Severa Publ. 2018, pp. 11–12. (In Russ.).

Larsen C.S. *Bioarchaeology: Interpreting Behavior from the Human Skeleton*. 2nd ed. Cambridge, Cambridge University Press, 2015, pp. 66–67.

Lovejoy C.O., Meindl R.S., Pryzbeck T.R., Mensforth R.P. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death. *American Journal of Physical Anthropology*, 1985, 68 (1), pp. 15–28.

Lovell N.C. Trauma analysis in paleopathology. *Yearbook of Physical Anthropology*, 1997, 40 (25), pp. 139–170.

Mamonova N.N., Romanova G.P., Kharitonov V.M. Primary processing and determination of anthropological material in field conditions. In: *Methods of Field Archaeological Research*. Leningrad, Nauka Publ., 1989, pp. 50–83. (In Russ.).

Marques C. Tumors of Bone. In: *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ed. by J.E. Buikstra. San Diego, Academic Press, 2019, pp. 681–719.

Mokrushin M.L. Conclusion on the implementation of rescue archaeological research at the construction site at the address: Parkovy lane, 12. NP "SIC "Drevnosti". Vologda, 2007. Archive of the NP "SIC "Drevnosti". Manuscript. (In Russ.).

Roberts C.A. *Infectious Disease: Introduction, Periostitis, Periostitis, Osteomyelitis, and Septic Arthritis*. In: *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ed. by J.E. Buikstra. San Diego, Academic Press, 2019, pp. 285–319.

Roberts C.A., Buikstra J.E. Bacterial Infections. In: *Ortner's Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. 3rd ed. Ed. by J.E. Buikstra. San Diego, Academic Press, 2019, pp. 321–439.

Solovyev S.M. *History of Russia from the Earliest Times*. Book II (vols. 3–4). Moscow, Izdatelstvo sotsialno-ekonomicheskoy literatury Publ., 1960. 784 p. (In Russ.).

The Life of Our Reverend Father Dimitry of Priluki, the Wonderworker of Vologda. Moscow, Spaso-Prilutsky Monastery Publ., 1996. 48 p. (In Russ.).

Trzciński D., Myszka A., Piontek J. High stature and body mass might affect the occurrence of Schmorl's nodes. *Anthropological Review*, 2017, 80 (3), pp. 301–311.

Veselovskaya E.V., Panteleeva T.A., Rashkovskaya (Pelenitsyna) Yu.V., Krykov E.A., Vasiliev S.V. Portraits of medieval residents of Vologda. Anthropological facial reconstruction. *Herald of Anthropology*, 2023, 2, pp. 291–307. (In Russ.).

Vologda-Perm Chronicle. In: *Complete Collection of Russian Chronicles*. Vol. 26. Moscow, Leningrad, AN SSSR Publ., 1959, pp. 264–280. (In Russ.).

Информация об авторе/ Information about the author

Гусева Виолетта Павловна, Лаборатория контекстуальной антропологии Института археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
gusewa.violetta2018@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6909-4760>

Буряк Анастасия Дмитриевна, Лаборатория контекстуальной антропологии Института археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
poh.yolla@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-9881-0473>

Федоров Алексей Сергеевич, Научно-производственный центр «Артефакт», г. Вологда Российская Федерация
sholaland@inbox.ru

Данилевская Виктория Игооровна, Лаборатория контекстуальной антропологии Института археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
viktorys08@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-9780-1723>

Пантелеева Татьяна Асировна, Бюджетное учреждение культуры Вологодской области «Вологодский государственный историко-архитектурный и художественный музей-заповедник» г. Вологда, Российская Федерация
panteleeva081266@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-2118-8563>

Guseva Violetta Pavlovna, Laboratory of Contextual Anthropology, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
gusewa.violetta2018@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-6909-4760>

Buryak Anastasia Dmitrievna, Laboratory of Contextual Anthropology, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
poh.yolla@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-9881-0473>

Fedorov Alexey Sergeevich, Scientific and Production Center "Artifact", Goncharnaya Vologda, Russian Federation
sholaland@inbox.ru

Danilevskaia Viktoriia Igorevna, Laboratory of Contextual Anthropology, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
viktorys08@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-9780-1723>

Panteleeva Tatyana Asirovna, Budgetary Cultural Institution of the Vologda Region "Vologda State Historical, Architectural, and Art Museum-Reserve", Vologda, Russian Federation
panteleeva081266@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0008-2118-8563>

Поступила в редакцию 24.10.2025.
Получена после доработки 05.12.2025.
Принята к публикации 05.12.2025.

Received 24.10.2025.
Revised 05.12.2025.
Accepted 05.12.2025.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / BIOLOGICAL ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-13>

УДК/UDC 572.5/7; 03.61.21

Одонтологическая характеристика трех индивидов из гуннских погребений Крыма (на примере античных могильников Усть-Альма и Беляус)

Д.С. Ходырева ✉

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Российская Федерация

✉ khodyrevads@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Работа посвящена одонтологическому анализу трех индивидов из погребений гуннского времени в Крыму (могильники Усть-Альма и Беляус). Ранее уже были освещены данные о составе погребального инвентаря, а также краниологические особенности погребенных (Ходырева, Шкрибляк, 2023).

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили два скелета хорошей комплектности (мужчины 20–25 лет и женщины старше 55 лет) из погребений гуннского времени на могильнике Усть-Альминского городища, а также череп ребенка 10–11 лет из античного склепа городища Беляус. Для всех черепов был проведен анализ зубочелюстных патологий и морфологических признаков зубной системы. Индивиды из Усть-Альмы также были изучены на предмет наличия травм, патологий и аномалий развития костей скелета.

Результаты. Результаты одонтологического анализа выявили у всех трех индивидов наличие в различных сочетаниях признаков восточного одонтологического ствола (лопатообразность резцов, редукция гипоконуса, коленчатая складка) и европеоидных черт (бугорок Карабелли). Это указывает на смешанное происхождение изученных индивидов. Патологический анализ посткраниального скелета мужчины выявил ряд энтесопатий, которые могут свидетельствовать о высокой физической нагрузке, связанной с верховой ездой и стрельбой из лука, что соответствует историческим данным о гуннах.

Заключение. Полученные результаты согласуются с краниологическими данными и подтверждают антропологическую неоднородность населения гуннского времени в Крыму. Публикация индивидуальных одонтологических данных по редким находкам представляется крайне важной для накопления сравнительного материала. Это позволит в будущем, при обнаружении новых погребений, провести более полный статистический анализ и уточнить микроэволюционные процессы, связанные с миграциями гуннов и их взаимодействием с местным населением.

Ключевые слова: одонтология; одонтофенетика; палеопатология; гунны; Крым; ранний железный век

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В.Ломоносова.

Для цитирования: Ходырева Д.С. Одонтологическая характеристика трех индивидов из гуннских погребений Крыма (на примере античных могильников Усть-Альма и Беляус) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 165–174. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-13>

Dental morphology of three individuals from Hunnic-period burials in Crimea (based on materials from the Ust-Alma and Belyaus necropolises)

Daria S. Khodyreva ✉

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

✉ khodyrevads@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The study focuses on the dental morphology analysis of three individuals from Hunnic-period burials in Crimea (Ust-Alma and Belyaus necropolises). This study builds upon previous publication of the archaeological context and craniological analysis of these individuals (Khodyreva, Shkribliak, 2023).

Materials and methods. The research material consisted of two well-preserved skeletons (a male 20–25 years old and a female over 55 years old) from Hunnic-period burials at the Ust-Alma settlement necropolis, as well as the skull of a child aged 10–11 years from an ancient crypt at the Belyaus settlement. For all skulls, an analysis of dental and maxillofacial pathologies and non-metric dental traits was conducted. The individuals from Ust-Alma were also examined for the presence of traumas, pathologies, and developmental anomalies of the skeletal bones.

Results. The results of the dental analysis revealed the presence, in varying combinations, of traits associated with the Eastern dental complex (e.g., shoveling, hypocone expression, deflective wrinkle) and those characteristic of Western complexes (e.g., Carabelli's cusp). This indicates a mixed ancestry of the studied individuals. The paleopathological analysis of the male's postcranial skeleton revealed a series of enthesal changes, which may testify to high physical activity associated with horse riding and archery, consistent with historical data on the Huns.

Conclusion. The obtained results are in agreement with craniological data and confirm the anthropological heterogeneity of the Hunnic-period population in Crimea. The publication of individual dental morphological data from these rare finds is considered crucial for building a comparative database. This will enable a more comprehensive statistical analysis in the future, upon the discovery of new Hunnic burials, and will help clarify the micro-evolutionary processes associated with Hunnic migrations and their interaction with local populations.

Keywords: dental anthropology; paleopathology; Huns; Crimea; The Early Iron Age

Acknowledgements. The study was conducted under the state assignment of Lomonosov Moscow State University.

For citation: Khodyreva D.S. Dental morphology of three individuals from Hunnic-period burials in Crimea (based on materials from the Ust-Alma and Belyaus necropolises). *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 165–174. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-13>

Введение

Изучение носителей гуннской культуры представляется крайне сложной задачей, так как гипотезы об их происхождении, расселении, языке, внешности, обычаях остаются спорными и по сей день. Большинство исследователей придерживается мнения о связи европейских гуннов с азиатскими кочевыми племенами, обитавшими на севере Китая. Число памятников с археологическими свидетельствами гуннского присутствия в Европе невелико и в настоящее время классификация их как гуннских находится под сомнением, вместо этого захороненное на них население рассматривают как местное, подвергшееся гуннскому влиянию. Продвигаясь на запад, через Среднюю Азию к границам Римской империи, гунны покоряли и ассимилировали различные народы (Иностранцев, 1926; Бернштам, 1951; Боталов, 2009).

В данной работе будет продолжено изучение двух черепов, обнаруженных в 2022 году во время раскопок на городище Усть-Альма, расположенном в юго-западной части Крымского полуострова, а также черепа из античного склепа I городища Беляус (Дашевская, 1969). По особенностям погребального инвентаря данные черепа были классифицированы как принадлежащие гуннским кочевникам.

Краниологическая характеристика изученных в работе черепов, а также археологический контекст погребений были опубликованы ранее (Ходырева, Шкрибляк, 2023). Несмотря на значительные различия между исследованными черепами по признакам краниометрии и краниоскопии, оба индивида из Усть-Альминского некрополя несут черты, позволяющие предположить их смешанное происхождение. Так, череп из погребения 1293, при общем тяготении к европеоидному типу (по назо-малярному индексу и углу, зигмаксиллярному углу), и череп из погребения 1313, близкий к восточному типу (по назо-малярному индексу, орбитному максиллофронтальному указателю), обладают комплексом признаков, которые могут свидетельствовать о неоднородности антропологического состава населения, оставившего исследованные погребения. Данное предположение согласуется с современными представлениями об этногенезе гуннских кочевников.

Материалы и методы

Городище Усть-Альма, расположенное в юго-западной части Крыма, существовало со II в. до н.э. по III в.н.э. Большинство могил на некрополе принадлежат местному эллино-варварскому населению Крыма. Кроме того, за всю историю раскопок на некрополе было обнаружено четыре гуннских захоронения – в 1997 и 2007 г. (Пуздровский с соавт., 1999; Пуздровский, Труфанов, 2017), и в 2021–2022 гг. Все они были совершены в более ранних склепах или подбойных могилах, предварительно разграбленных, вероятно, самими гуннами.

В данном исследовании были изучены три гуннских погребения. Два скелета, конца IV – первой половины V вв.н.э., обнаруженные в результате раскопок в 2022 г. на Усть-Альминском грунтовом некрополе (Бахчисарайский район, Крым) совместной археологической экспедицией историко-археологического музея-заповедника «Неаполь Скифский» и Института археологии Крыма РАН под руководством Ю.П. Зайцева. Первый скелет, принадлежавший молодому мужчине (20–25 лет) был обнаружен в полости полуобваленной камеры грунтового склепа римского времени (Объект 1293). Второе гуннское захоронение, принадлежавшее пожилой женщине старше 55 лет, обнаружено в тот же полевой сезон (объект 1313). Комплектность обоих скелетов была почти полной, но костная ткань мужского костяка сохранилась значительно лучше. Третий скелет принадлежит ребенку 10–11 лет из античного склепа I городища Беляус. Он был обнаружен в 1967 г. Донузлавской археологической экспедицией Института археологии РАН под руководством О.Д. Дашевской, и находится на постоянном хранении в НИИ и Музее антропологии имени Д.Н. Анучина (КО 224/2/1). В работе был изучен только череп, ввиду отсутствия посткраниального скелета.

Определение пола проводилось по морфологическим признакам на черепе и, в случае индивидов из Усть-Альмы, посткраниального скелета. При определении возраста учитывались степень стертости окклюзионных поверхностей коронок зубов, зарастания черепных швов (Алексеев, Дебец, 1964), а также возрастные изменения костей и суставов посткраниального скелета (Ubelaker, 1978; Rose et al., 1991). Дегенеративно-дистрофические заболевания суставов фиксировались по классификации М. Шульца (Schultz, 1988).

На костях запястья и проксимальных фалангах кисти женского индивида были обнаружены краевые разрастания и остеофиты, которые, скорее всего, связаны с возрастом погребенной. Возрастные изменения в виде артрозов также отмечались на суставных отростках всех отделов позвоночного столба. Кроме того, у нее были обнаружены 2 заживших перелома нижних ребер (предположительно 10 и 11) с левой стороны, верхнее со смещением. Был отмечен периостит в области ягодичной бугристости на задней поверхности бедренной кости. В данной области прикрепляются приводящие мышцы и большая ягодичная мышца. Приводящие мышцы производят приведение бедра, поворачивая его наружу, а большая ягодичная мышца отвечает за разгибание ноги в тазобедренном суставе с поворотом ее наружу и разгибание согнутого вперед туловища при зафиксированных ногах. Не исключено, что причиной может быть миозит – воспаление скелетной ткани в области прикрепления мускулатуры. В свою очередь причины возникновения миозита могут быть различны, например, травмы, инфекции, переохлаждение или перенапряжение мышц (Walczak et al., 2015).

На посткраниальном скелете мужского индивида из Усть-Альмы также, несмотря на молодую возраст, в нижней части грудного (Т8–Т12) и верхней части поясничного отдела позвоночника (L1) были обнаружены узлы Шморля, которые могут являться следствием травм или высоких элеваторных нагрузок на позвоночник.

Обнаруживается неполное сращение первого крестцового позвонка со вторым. Между телами позвонков – сквозная щель, левое крыло крестца также разделено щелью, но не полностью.

На костях посткраниального скелета мужчины из погребения 1293 имеются некоторые особенности рельефа, которые позволяют реконструировать род деятельности погребенного.

На пяточной кости, латерально от кубовидной суставной поверхности, фиксируется окостенение тыльной пяточно-кубовидной связки, которая могла произойти из-за травмы стопы, например, при спешивании с коня.

В верхней части плечевой кости в районе гребня малого бугорка было зафиксировано микро-деструктивные изменения поверхности кости (энтесопатия) в области прикрепления связки широчайшей мышцы спины, что может свидетельствовать о высокой нагрузке на эту

мышцу. Энтесопатия отмечается также на нижней поверхности грудинного конца ключицы. В этом месте прикрепляется большая грудная мышца. Обе эти мышцы являются агонистами и отвечают за разгибание, приведение и пронацию руки, а при фиксированном положении рук – за подтягивание к ним туловища. Широчайшая мышца спины также принимает участие в поддержании отведенного плеча в ровном горизонтальном положении (Козлов, Гурова, 2009). В комплексе эти движения не исключают, что мужчина мог быть конным лучником, что соответствует историческим данным о структуре и вооружении войска гуннов (Никоноров, Худяков, 2004).

На всех черепках были исследованы одонтоскопические признаки и определены патологические признаки зубной системы.

Одонтологическая характеристика была проведена по стандартной для российской одонтологической школы программе исследования (Зубов, 1968; Зубов, Халдеева, 1979, 1993). Для фиксации кариозных поражений применялась методика У.Дж. Мур и Э. Корбетт (Moore, Corbett, 1971) в модификации М. Шульца (Schultz, 1988). Периапикальные поражения определялись по классификации (Schultz, 1988). Стертость зубной эмали фиксировалась с использованием 7-бальной шкалы по методике В.Р.К. Перисониуса и Т.Дж. Пота (Perizonius, Pot, 1981) и Д.Р. Бротвелла (Brothwell, 1981). Для фиксации зубного камня использовалась классификация Д.Р. Бротвелла (Brothwell, 1981) и М. Шульца (Schultz, 1988).

Результаты и обсуждение

Сохранность челюстей и зубов молодого мужчины, погребенного на Усть-Альминском некрополе, очень хорошая. Представлены все зубы постоянной смены, кроме обоих третьих моляров на нижней челюсти и правого на верхней. Для изучаемого индивида характерна гиподонтия (адентия) третьих моляров, за исключением правого М³, закладка которого видна в альвеоле. Тип прикуса определяется как псалидодонтный, при котором верхние резцы немного перекрывают нижние. Гармоничность зубного ряда обеих челюстей не нарушена: краудинг, диастема или тремы не наблюдаются. Стертость эмали неодинакова для различных зубов. Премоляры и вторые моляры стертые меньше (балл 2). Сильнее выражена стертость на всех нижних и центральных верхних резцах (балл 4), а также на левом М₁, что затрудняет их морфологиче-

ское описание и делает невозможным одонтоглифическое. Левый M_1 стерт значительно сильнее (балл 4), чем его антагонист и антимер (2 и 3 балла соответственно).

На лингвальной поверхности верхних резцов не наблюдаются ни пальцевидные выступы, ни бугорки, ни ямки. Латеральные верхние резцы не редуцированы, для левом I^2 отмечена тенденция к формированию лопатообразной формы (балл 1), а также дистально расположенная короно-радикулярная борозда. Корни верхних первых премоляров слабо дифференцированы (балл 1). Для верхних моляров характерна выраженная редукция: вторые моляры с обеих сторон челюсти, а также третий, имеют трехбугорковую форму. Редукционный процесс затронул даже первые моляры, на которых наблюдается тенденция к редукции гипоконуса: для него характерна форма 4–, довольно редко встречающаяся именно на первом моляре. Редукция метаконуса умеренная, соответствует баллу 2 для первых и промежуточному между баллами 2 и 3 – для вторых моляров. На третьем моляре метаконус редуцирован значительно сильнее (балл 4), что вполне характерно для этого зуба. Бугорок Карабелли (балл 2) наблюдается только левом первом моляре. Дистальный маргинальный бугорок на первых молярах отсутствует. Передние и задние ямки отсутствуют на верхних правых молярах; на верхнем левом втором моляре фиксируется передняя ямка.

На клыках нижней челюсти отсутствует дистальный дополнительный гребень, корень не дифференцирован. Форма коронки первых нижних премоляров относится к типу 1, для которого характерно наличие непрерывного гребня, соединяющего вестибулярный и лингвальный бугорок. Коронка вторых премоляров относится к типу 5, т.е. наблюдается дифференциация лингвального бугорка. На нижних молярах мы наблюдаем выраженные черты грацилизации: для всех моляров нижней челюсти характерна форма Y_4 . Установить наличие коленчатой складки метаконида невозможно ввиду умеренной стертости нижних первых моляров. Для правого M_1 было установлено отсутствие протостилида, дистального гребня тригониды, эпикристида и *tami*. В отношении левого M_1 можно уверенно говорить только об отсутствии *tami*. Истинные затеки эмали не наблюдаются ни на одном из моляров верхней и нижней челюсти, во всех случаях оцениваются баллом 4.

Для всех имеющихся зубов отмечено наличие небольшого объема отложений зубного камня. Большинство коронок зубов покрыто зубным камнем участками с разных сторон, включая окклюзионную поверхность в случае с верхними молярами. На верхних вторых молярах зубной камень покрывает и зону шейки зуба. На нижнем правом первом премоляре был обнаружен пришеечный кариес (дистально на коронке – 2 балл). На большинстве зубов (16 из 29) обнаруживаются прижизненные сколы эмали. Гипоплазия эмали, абсцессы отсутствуют. Определить отсутствие гиперцементоза для всех зубов не удалось, ввиду сложностей с извлечением некоторых зубов из альвеол.

Женский индивид из Усть-Альмы характеризуется удовлетворительной сохранностью зубов. Для наблюдения были доступны следующие зубы: нижние резцы, верхние и нижние клыки, правый P^1 , нижние премоляры, верхние вторые моляры, левый M_1 и правый M^3 . При этом часть зубов была прижизненно утрачена (левый I^1 , оба верхних латеральных резца, правый P^2 , верхние первые моляры, нижние вторые моляры, левый M_3). Остальные зубы были утрачены посмертно.

Зубы, располагающиеся в альвеолярной дуге сразу после вторых верхних премоляров, обычно определяются как первые постоянные моляры. Однако в случае исследованного индивида, ввиду некоторых морфологических особенностей этих зубов, они были определены как вторые верхние постоянные моляры. Причинами послужило, во-первых, наличие редукционного процесса на гипоконусе и почти полное слияние вестибулярного и мезиального корней. Оба эти признака редко встречаются на первом моляре. Во-вторых, наличие затека эмали на дистальной поверхности корня, который чаще наблюдается на вторых молярах. В-третьих, несомненная принадлежность к классу M^3 моляра, следующего за определяемыми зубами. Таким образом, вероятно на верхней челюсти после утраты обоих первых моляров, произошло смещение M^2 и M^3 в мезиальном направлении. Об этом также свидетельствует наличие больших промежутков между другими зубами в альвеолярном ряду на верхней челюсти. Кроме того, на дистальной поверхности определяемого верхнего правого моляра обнаруживаются две контактные фасетки на разной высоте, оставленные при контакте M^2 и M^3 (рис. 1). Вероятно, одна из них образо-

валась до утраты первых моляров и начала смещения зубов в альвеолярной дуге, а вторая после, ввиду того что при движении зубов изменились положение и наклон M^3 относительно M^2 .

Отмечается сильная физиологическая стертость зубов, что затрудняет одонтофенетическую характеристику (балл 4–5 для всех имеющих классов зубов). Исключением является левый верхний клык, для которого стертость соответствует всего лишь баллу 2. Однако на лингвальной поверхности клыка было отмечено некариозное углубление диаметром около 2 мм, между мезиальным и центральным гребнями, которое вероятно возникло при контакте с зубом-антагонистом (рис. 2). Таким образом, несоответствие степени стертости левого верхнего клыка в сравнении с другими зубами скорее всего связано с особенностями прикуса и положения данного зуба в альвеолярной дуге. Похожее некариозное углубление также обнаруживается на жевательной поверхности правого M_3 . Оно также может быть связано с контактом с зубом-антагонистом.

Ввиду сильной стертости зубов большинство признаков одонтофенетики исследовать невозможно. Корни клыков и премоляров не дифференцированы. Редукция метаконуса для

верхних вторых моляров довольно сильная, соответствует баллам 2,5 для правого и 3 для левого верхнего второго моляра. Оценить степень редукции гипоконуса затруднительно, однако наличие редукционных процессов очевидно. Форма коронки левого P_1 относится к типу 1. Ввиду сильной стертости также осложнено определение числа бугорков на левом M_1 , однако по подквадратной форме коронки можно судить о редукционных процессах и грацилизации. На всех имеющих молярах отмечается истинный затек эмали (балл 6). Редукция корней не наблюдается, однако мезиальный и вестибулярный корни на верхних молярах срастаются почти полностью.

Практически на всех сохранившихся зубах отмечаются небольшие объемы зубного камня. Зубной камень в большинстве случаев распространяется на зону шейки зуба. На некоторых зубах фиксируется гиперцементоз, причем ярче всего он выражен на левом M_1 . В сочетании с наиболее высокой степенью стертости на этом моляре (относительно других зубов) гиперцементоз может свидетельствовать о повышенной нагрузке на зуб. Гипоплазия эмали, абсцессы, кариес отсутствуют. На некоторых зубах (7 из 17) обнаруживаются прижизненные сколы эмали, часть из которых имеет крупные размеры (диаметр более 1мм).



Рисунок 1. Контактные фасетки на дистальной поверхности верхнего правого второго моляра.

Figure 1. Interproximal wear facet on the distal surface of the upper right second molar.



Рисунок 2. Некариозное углубление на лингвальной поверхности клыка (d ~ 2мм).

Figure 2. Non-carious depression on the lingual surface of the canine (d ~ 2mm).

Зубы ребенка, обнаруженного на городище Беляус, характеризуются хорошей сохранностью, присутствуют зубы как временной, так и постоянной смены. Посмертно утрачены: постоянные правые M^2 и M^3 , а также временные левые i^2 и i_1 , оба i_2 , верхние и нижний левый клыки, верхние первые моляры. Произошла полная смена на постоянные верхних и нижних временных резцов, а также нижних временных клыков. Частично произошла смена верхних клыков, верхних и нижних первых премоляров (то есть временный зуб уже мог быть прижизненно утрачен, но постоянный еще не полностью встал на свое место). Присутствуют закладки третьих постоянных моляров.

Тип прикуса, характерный для индивида, – псалидодонтный, отсутствуют нарушения гармоничности зубного ряда (краудинг, диастема или тремы). Стертость эмали слабая, на постоянных зубах от балла 1 на резцах и вторых молярах до балла 2 на клыках, премолярах и первых молярах, выше всего стертость на молочных вторых верхних (балл 3–4) и нижних молярах (балл 5).

На обоих верхних центральных резцах и правом латеральном отмечается лопатообразность, причем в случае с латеральным резцом она слабая (балл 1), а на центральных резцах гребни хорошо выражены на всем протяжении коронки (балл 2). Пальцевидные выступы и лингвальные ямки отсутствуют, правый латеральный резец не редуцирован. На верхних клыках обнаруживаются значительно развитые дополнительные дистальные гребни (балл 4). Степень дифференциации корней, посмертно утраченных первых премоляров была оценена по форме альвеол – корни верхних премоляров, вероятно, не были дифференцированы. Редукция гипоконуса слабая: балл 4 для первых моляров и балл 4- для левого M^2 . В случае метаконаса редукционный процесс на первых молярах умеренный (балл 2), но для левого M^2 отмечается сильная редукция метаконаса (балл 3). Бугорок Карабелли присутствует на левом M^1 (балл 2), при этом на его антимере отмечаются только следы этого признака (балл 1). Дистальный маргинальный бугорок отсутствует, на первых постоянных молярах верхней челюсти возможно наличие косога гребня, однако так как поперек третьей межбугорковой борозды проходит узкая окклюзионная площадка, его наличие можно только предполагать. Для постоянных верхних

первых моляров также отмечается наличие задних ямок.

На правом нижнем клыке, так же, как и на верхних, развит дополнительный дистальный гребень (балл 3), корень не дифференцирован. Форма коронок нижних первых премоляров соответствует типу 1. На нижних первых молярах наблюдается отсутствие четкой второй межбугорковой борозды ввиду стертости зубов в области, где должен находиться дистальный гребень тригонид. Однако на левом M_1 все же прослеживается след от борозды, что позволяет определить тип узора (Y5) и исключить наличие дистального гребня тригонид. На его антимере ввиду стертости тип контакта определить не удалось, число бугорков вероятно равно пяти. Наличие дистального гребня тригонид не может быть достоверно установлено, однако высокая вероятность того, что он присутствовал, так как даже с учетом слабой стертости II-я межбугорковая борозда – неглубокая (рис. 3). Для обоих нижних первых моляров характерно наличие коленчатой складки, вторая борозда метаконаса впадает в III межбугорковую борозду. Для вторых постоянных моляров нижней челюсти, вероятно, характерны форма X4, а также повышенная складчатость эмали (то есть присутствие одонтоглифических элементов третьего порядка). Коленчатая складка, протостилид, эпикристид и дистальный гребень тригонид отсутствуют. Дополнительные бугорки также не выявлены.



Рисунок 3. Дистальный гребень тригонид на нижних первых постоянных молярах
Figure 3. Distal trigonid crest on the lower first permanent molars

Зубной камень в небольших количествах присутствует на коронках большинства зубов, за исключением тех, что еще не прорезались. На левом m_2 зубной камень распространяется и на шейку зуба. Кариес, абсцессы, прижизненные сколы эмали отсутствуют. На левом P_1 было отмечено слабое развитие гипоплазии эмали, что свидетельствует о перенесенном стрессе в возрасте 5 лет (± 16 месяцев).

Заключение

Носители гуннской культуры были чрезвычайно антропологически и этнически разнородны, так как при движении на запад они покоряли и ассимилировали различные народы, проживающие на пути их следования. Соответственно, их материальная культура, особенности морфологии зубов и черепа претерпевали значительные изменения (Айбабин, 1999). Так называемые гунны, только появившиеся в восточной области Прикаспия во II в.н.э., и гунны, дошедшие до границ Римской империи, с биологической точки зрения являлись разными популяциями. Таким образом, сделать вывод о принадлежности индивида к гуннскому народу представляется затруднительным.

Даже если вместе с погребенным в могиле обнаруживается элемент гуннской материальной культуры, это не является достаточным свидетельством того, что индивид принадлежит к гуннским кочевникам. Такой предмет мог попасть к погребенному различными путями: либо в процессе торговли, либо в результате военного столкновения. Тем актуальнее подробные и тщательные исследования с последующей публикацией индивидуальных данных по каждому погребенному, относимому к гуннам по археологическим свидетельствам. Накопление данных по биологическим характеристикам населения гуннского времени в будущем позволит не только уточнить микроэволюционные процессы, связанные с историческими и экологическими событиями, но и добавит еще одну систему независимых признаков для характеристики этой древней группы населения.

В случае с изученными в данной работе захоронениями, отнесение индивидов к гуннам проводилось на основании наличия элементов гуннской культуры в могиле, присутствия на Усть-Альминском городище синхронных комплексов с типичным гуннским полихромным стилем и того факта, что в данный период других

кочевников на территории Крымского полуострова не было.

Обнаруженные на территории Европы носители гуннской культуры, могут нести определенную долю гуннского «антропологического комплекса признаков», и в то же время испытывать влияние некоторых неизвестных народов. Это подтверждается как результатами данной статьи, так и результатами предыдущей публикации (Ходырева, Шкрибляк, 2023). Ни одна из систем признаков (краниометрическая, краниофенетическая и одонтофенетическая) не показывает однозначного преобладания комплекса признаков, свойственных монголоидным или европеоидным популяциям.

Анализ одонтофенетических признаков показал, что у всех изученных индивидов преобладают признаки восточного одонтологического ствола (лопатообразность, дистальный гребень тригониды, коленчатая складка, редукция гипоконуса на верхних молярах), однако в случае мужчины из Усть-Альмы присутствуют также и европеоидные признаки (например, бугорок Карабелли). Различия между мужчиной и женщиной из Усть-Альмы подтверждаются также и по данным краниометрии. По ряду указателей и абсолютных значений размеров черепа мужчина тяготеет к европеоидам, а женщина к монголоидам (Ходырева, Шкрибляк, 2023). Тем не менее, обе системы все же указывают на смешанное происхождение погребенных. Результаты краниофенетического анализа оказываются несколько отличными. Ряд значимых расоразграничительных признаков указывает на большую европеоидность изученных индивидов.

Патологический анализ скелета погребенного мужчины выявил наличие особенностей, указывающих на его возможную принадлежность к конным лучникам, что свидетельствует в пользу отнесения погребенного к гуннам. Не было обнаружено редких морф одонтоскопических признаков, которые могли бы указывать на родство индивидов, погребенных в одном могильнике.

Нет никаких травм, указывающих на то, что погребенные умерли насильственной смертью, хотя это не исключается. Кроме того, отсутствие массовых захоронений на Усть-Альминском могильнике может указывать на временный и мирный характер прибывания гуннских кочевников на территории городища.

Результаты одонтофенетического анализа представляют особый интерес, так как данные

по этой системе для носителей гуннской культуры практически отсутствуют. Публикация данных о редких черепах предоставит возможность в дальнейшем, при обнаружении новых гуннских погребений, провести более полный и подробный статистический анализ с привлечением сравнительного материала с близлежащих синхронных памятников.

Список литературы

- Айбабин А.И. Этническая история ранневизантийского Крыма. Симферополь: ДАР. 1999. 352 с.
- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука. 1964. 128 с.
- Бернштам А.Н. Очерк истории гуннов. Ленинград: ЛГУ. 1951. 256 с.
- Боталов С.Г. Гунны и тюрки. Челябинск: Рифей. 2009. 672 с.
- Дашевская О.Д. Погребение гуннского времени в Черноморском районе Крыма // Материалы и исследования по археологии СССР, 1969. № 169. С. 52.
- Зубов А.А. Одونتология: Методика антропологических исследований. М.: Наука. 1968. 198 с.
- Зубов А.А., Халдеева Н.И. Этническая одонтология СССР. М.: Наука. 1979. 256 с.
- Зубов А.А., Халдеева Н.И. Одонтология в антропологии. М.: Наука. 1993. 221 с.
- Иностранцев К.А. Хунну и гунны // Труды туркологического семинария. 1926. С. 181–119.
- Козлов В.И., Гурова О.А. Анатомия человека. Краткий курс: учебное пособие для студентов медицинских вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М.: Практическая медицина. 2009. 364 с.
- Никоноров В.П., Худяков Ю.С. «Свистящие стрелы» Маодуня и «Марсов меч» Аттилы. Военное дело азиатских хунну и европейских гуннов. СПб.: Петербургское востоковедение. М.: Филоматис. 2004. 320 с.
- Пуздровский А.Е., Зайцев Ю.П., Неневоля И.И. Погребение воина гуннского времени на Усть-Альминском могильнике // Херсонесский сборник. Вып. X. Севастополь. 1999. С. 194–207.
- Пуздровский А.Е., Труфанов А.А. Полевые исследования Усть-Альминского некрополя в 2004–2007 гг. Симферополь, Москва. 2017. 369 с.
- Ходырева Д.С., Шкрибляк И.И. Краниологическое исследование черепов из двух гуннских погребений из Крыма (Усть-Альминский некрополь, IV–V вв. н. э.) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2023. № 3. С. 111–126. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.3.111-126>
- Brothwell D.R. *Digging up Bones*. Third edition revised and updated. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1981. 208 p. <https://doi.org/10.1002/AJPA.1330590418>
- Moore W.J., Corbett M.E. The distribution of dental caries in ancient British populations. 1. Anglo-Saxon Period. *Caries Res.*, 1971, 5 (2), pp. 151–168. <https://doi.org/10.1159/000259743>
- Perizonius W.R.K., Pot Tj. *Diachronic dental research on human skeletal remains excavated in the Netherlands. I: Dorestad's cemetery on 'the Heul'*. Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 1981, 31, pp. 369–413.

Rose J.C., Anton S.C., Aufderheide A.C., Buikstra J.E., Eisenberg L. et al. Skeletal database committee recommendations. *Paleopathology association*. Detroit, 1991.

Schultz M. *Paläopathologische Diagnostik. Anthropologie: Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen*. Bd. 1 (1). Wesen und Methoden der Anthropologie. Stuttgart, Fischer Verlag, 1988, pp. 480–496.

Ubelaker D.H. *Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation*. Smithsonian institution, Chicago: Adline Publishing company, 1978. 172 p.

Walczak B.E., Johnson C.N., Howe B.M. Myositis ossificans. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2015, 23 (10), pp. 612–622. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00269>

References

- Ajbabin A.I. *The ethnic history of the Early Byzantine Crimea*. Simferopol', DAR Publ., 1999. 352 p. (In Russ.).
- Alekseev V.P., Debets G.F. *Craniometry. Methodology of anthropological research*. Moscow, Nauka Publ., 1964. 128 p. (In Russ.).
- Bernshtam A.N. *An outline of the history of the Huns*. Leningrad, LGU Publ., 1951. 256 p. (In Russ.).
- Botalov S.G. *Huns and Turks*. Chelyabinsk, Rifej Publ., 2009. 672 p. (In Russ.).
- Brothwell D.R. *Digging up Bones*. Third edition revised and updated. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1981. 208 p. <https://doi.org/10.1002/AJPA.1330590418>
- Dashevskaya O.D. Burial of the Hunnic period in the Black Sea region of Crimea. *Materials and Research on Archaeology of the USSR*, 1969, 169, p. 52. (In Russ.).
- Inostrancev K.A. Xiongnu and Huns. *Proceedings of the Turkological Seminary*, 1926. pp. 181–119. (In Russ.).
- Khodyreva D.S., Shkribliak I.I. Craniological examination of skulls from two Hunnic burials from the Crimea (Ust-Alminsky necropolis, IV–V centuries AD). *Lomonosov Journal of Anthropology*, 2023, 3, pp. 111–126. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2023.3.111-126>
- Kozlov V.I., Gurova O.A. *Human anatomy. Short course: a textbook for students of medical universities. 2nd ed., additional and revised*. Moscow, Prakticheskaya medicina Publ., 2009. 364 p. (In Russ.).
- Moore W.J., Corbett M.E. The distribution of dental caries in ancient British populations. 1. Anglo-Saxon Period. *Caries Res.*, 1971, 5 (2), pp. 151–168. <https://doi.org/10.1159/000259743>
- Nikonorov V.P., Hudyakov Yu.S. «The Whistling Arrows» of Maodun and «the Sword of Mars» of Attila. *The art of war of the Asian Xiongnu and the European Huns*. St. Petersburg, Petersburg Oriental Studies Publ. Moscow, Philomatis Publ., 2004. 320 p. (In Russ.).
- Perizonius W.R.K., Pot Tj. *Diachronic dental research on human skeletal remains excavated in the Netherlands. I: Dorestad's cemetery on 'the Heul'*. Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 1981, 31, pp. 369–413.
- Puzdrovskij A.E., Zajcev Ju.P., Nenevolja I.I. Burial of a Hun warrior at the Ust-Alminsky burial ground. *The Chersonese Collection*, 1999, X, pp. 194–207. (In Russ.).
- Puzdrovskij A.E., Trufanov A.A. *Field research of the Ust-Alminsky necropolis in 2004-2007*. Simferopol', Moskva Publ., 2017. 369 p. (In Russ.).

Rose J.C., Anton S.C., Aufderheide A.C., Buikstra J.E., Eisenberg L. et al. Skeletal database committee recommendations. *Paleopathology association*. Detroit, 1991.

Schultz M. *Paläopathologische Diagnostik. Anthropologie: Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen*. Bd. 1 (1). Wesen und Methoden der Anthropologie. Stuttgart, Fischer Verlag, 1988, pp. 480–496.

Ubelaker D.H. *Human skeletal remains: excavation, analysis, interpretation*. Smithsonian institution, Chicago: Adline Publishing company, 1978. 172 p.

Walczak B.E., Johnson C.N., Howe B.M. Myositis ossificans. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2015, 23 (10), pp. 612–622. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-14-00269>

Zubov A.A. *Odontology: Methods of anthropological research*. Moscow, Nauka Publ., 1968. 198 p. (In Russ.).

Zubov A.A., Haldeeva N.I. *Ethnic odontology of the USSR*. Moscow, Nauka Publ., 1979. 256 p. (In Russ.).

Zubov A.A., Haldeeva N.I. *Odontology in anthropogenetics*. Moscow, Nauka Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

Информация об авторе/ Information about the author

Ходырева Дарья Сергеевна, НИИ и Музей антропологии,
Московский государственный университет
имени М.В.Ломоносова, г. Москва, Российская Федерация;
khodyrevads@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9344-0042>

Khodyreva Daria Sergeevna, Anuchin Research Institute and
Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow
State University, Moscow, Russian Federation;
khodyrevads@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-9344-0042>

Поступила в редакцию 01.10.2025.
Получена после доработки 02.12.2025.
Принята к публикации 02.12.2025.

Received 01.12.2025.
Revised 02.12.2025.
Accepted 02.12.2025.

ИСТОРИЧЕСКАЯ АНТРОПОЛОГИЯ / ANTHROPOLOGY

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-14>

УДК/UDC 572.5/7; 03.61.21s

Традиции питания населения Донской лесостепи раннего железного века по данным изотопных исследований: новые данные и интерпретации

С.А. Нелюбов ✉

Институт археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

✉ ser.nelubov@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Введение. Анализ систем жизнеобеспечения древних популяций с применением естественнонаучных методов – признанный источник независимой исторической информации. Одним из возможных направлений таких исследований является построение биоархеологических реконструкций особенностей питания. Вместе с тем, разработка подобных моделей позволяет выявить пути и время распространения культурных признаков, часто связанных с определённым образом жизни и хозяйственным укладом. Публикация посвящена комплексному анализу хронологического тренда развития культуры питания и хозяйства на территории Донской лесостепи в Раннем железном веке. Новые данные рассмотрены в контексте культурно близких серий степной и лесостепной Евразии.

Материалы и методы. Для построения биоархеологической реконструкции модели питания использован метод анализа изменчивости соотношения стабильных изотопов углерода и азота ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) в коллагене костей людей и животных. Для проверки статистической значимости различий при сопоставлении индивидуальных значений в различных группах использованы Т-тест Стьюдента и U-критерий Манна-Уитни. Исследование выполнено с введением в научный оборот новых данных об изменчивости изотопного состава в образцах, представляющих население региона VIII в. до н. э. - IV в. н.э. За счёт материалов памятника Волхонские Выселки увеличена серия значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ для погребённых, относящихся к предскифскому времени. Впервые получена представительная выборка индивидуальных данных об изменчивости $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей индивидов из подкурганых захоронений сарматского времени. Проанализированные археозоологические материалы относятся к заупокойной пище и остаткам тризн, обнаруженным в ходе раскопок Среднедонских курганов сарматского времени.

Результаты. Изотопный состав коллагена интерпретирован в хронологической динамике, сопоставлен с погребальными традициями и данными, известными для других антропологических серий степной и лесостепной Евразии. На основе расширенной серии индивидуальных значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ проверены ранее высказанные предположения о характере традиций питания и ведения хозяйства в регионе.

Заключение. Выдвигается гипотеза об устойчивом параллельном существовании в лесостепном Подонье раннего железного века двух пищевых моделей: свойственнойномадам и обитателям поселенческих памятников. Высказывается предположение о возможном пути проникновения проса (*Panicum miliaceum*) на территорию Донской Лесостепи.

Ключевые слова: биоархеология; анализ стабильных изотопов; ранний железный век; Донская лесостепь

Благодарности. Автор выражает благодарность доктору исторических наук, профессору Воронежского государственного университета А.П. Медведеву; кандидату исторических наук, доценту кафедры отечественной истории Воронежского государственного педагогического университета В.Д. Березуцкому; сотруднику Липецкой региональной научной общественной организации (ЛРНОО) «Археологические исследования» А.С. Желудкову за предоставленные антропологические материалы, а также младшему научному сотруднику лаборатории контекстуальной антропологии Данилевской В.И. за проведение пробоподготовки коллагена.

Финансирование. Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 24-18-004101 «Проблемы изучения мобильности в обществах с оседлым и кочевым образом жизни по данным изотопного анализа палеоантропологических материалов».

Для цитирования: Нелюбов С.А. Традиции питания населения Донской лесостепи раннего железного века по данным изотопных исследований: новые данные и интерпретации // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. 2026. № 1. С. 175–190. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-14>

Nutritional traditions of Early Iron Age Don Forest-steppe population according to isotope research: new data and interpretations

Sergey A. Nelyubov ✉

Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

✉ ser.nelubov@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. The analysis of ancient populations economic systems using natural science methods is an acknowledged source of independent historical information. One of the possible directions of such research is making bioarchaeological reconstructions of nutritional features. At the same time, the development of such models makes it possible to identify the ways and timing of cultivated cereals distribution, often associated with a certain lifestyle and economic structure. This publication is devoted to a comprehensive analysis of the chronological trend in food culture and agriculture development in the Don forest-steppe region territory in Early Iron Age. The new data is considered in the context of steppe and forest-steppe Eurasia culturally similar series.

Materials and methods. To construct a nutrition model bioarchaeological reconstruction, a method of carbon and nitrogen stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) variability in human and animal bones collagen analysis was used. Student and Mann-Whitney tests were applied to verify the statistical significance of the differences when comparing individual values in different groups. The study was carried out with introduction to scientific use of new data on the variability of isotopic composition in samples representing the VIII century BC - IV century AD regional population. Due to the Volkhonsky Vyselki monument materials, the series of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values for the buried dating back to the pre-Scythian period has been increased. For the first time, a representative individual data series on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variability in bone collagen of individuals from of Sarmatian period kurgan graves has been obtained. The archeozoological materials were analyzed relate to grave goods or funeral feast remains discovered during the excavations of the Middle Don region Sarmatian burial mounds.

Results. The isotopic composition of collagen is interpreted in chronological dynamics, compared with funerary traditions and data known for other anthropological series of steppe and forest-steppe Eurasia. Based on an expanded series of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ individual values, the previously expressed assumptions about the nature of nutritional and farming traditions in the region were verified.

Conclusion. A hypothesis is put forward about sustainable parallel existence of two food models in the forest-steppe region of Early Iron Age: those peculiar to nomads and settlement dwellers. A possible path of millet (*Panicum miliaceum*) distribution to the territory of Don river forest-steppe region is suggested.

Keywords: bioarchaeology; stable isotope analysis; Early Iron Age; Don river forest steppe region

Acknowledgements. The authors express their sincere gratitude to A.P. Medvedev; to V.D. Berezutsky, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of Russian History, Voronezh State Pedagogical University; and to A.S. Zheludkov, researcher at the Lipetsk Regional Scientific Public Organization (LRSPO) “Archaeological Research,” for providing the anthropological materials. The authors also thank V.I. Danilevskaya, Junior Researcher at the Laboratory of Contextual Anthropology, for conducting collagen sample preparation.

Funding. This work was supported by the Russian Science Foundation (RSF), grant no. 24-18-004101, “Problems of Mobility Studies in Sedentary and Nomadic Societies Based on Isotopic Analysis of Paleoanthropological Materials.”

For citation Nelyubov S.A. Nutritional traditions of Early Iron Age Don Forest-steppe population according to isotope research: new data and interpretations. *Lomonosov Journal of Anthropology*. 2026 (1), pp. 175-190. <https://doi.org/10.55959/MSU2074-8132-26-1-14>

Введение

Вопросы глобализации культурных проявлений в различные эпохи доисторического и исторического времени – одно из актуальных направлений мировой археологической науки (Voivin, Frachetti, 2018). Глобализация использования пищевых ресурсов – один из важнейших аспектов этой проблематики (Martin et al., 2021). Широкое распространение традиции использования в пищу и разведения проса в Евразии на протяжении нескольких эпох от неолита до раннего железного века – тема, которая отражает сложность долгосрочных крупных явлений, связанных с формированием эффективных систем жизнеобеспечения, получающих распространение на обширных пространствах Евразии.

Несмотря на тот факт, что на территории Евразийского континента просо получает широкое распространение в позднем бронзовом веке (в середине II тыс. до н.э.) (Martin et al., 2021; Cavazutti et al., 2025), в устойчивых системах жизнеобеспечения кочевников последующих эпох оно занимало не менее, а часто более важное место (напр., Ventresca Miller, Makarewicz, 2019). Обусловлено это хозяйственным циклом кочевых скотоводческих культур и экологическими условиями, с которыми были связаны её представители. Известно, что земледелие у кочевников играет хотя и подсобную, но весьма значимую роль. Оно позволяет производить как растительное дополнение к пище, так и прикормку для скота в зимний период (либо в период истощения ресурса используемых пастбищ). При этом зоной распространения евразийских кочевников является степь и лесостепь: средне, либо выражено аридные климатические зоны «диктуют» свои условия при земледелии.

При этом просо (*Panicum miliaceum*) является жизнестойким, быстрорастущим, влагоэффективным, засухоустойчивым растением, приспособленным к различным почвенным и климатогеографическим условиям (Baltensperger, 2002; Gupta et al., 2011). Согласно данным ФАО¹, в сравнении с пшеницей максимальная оптимальная температура возделывания проса выше на 10°C, а оптимальный минимум количества осадков в год меньше на 250 мм (ФАО, 2024, с.

14). Вегетационный период проса составляет порядка 60–90 дней. Это является высоким показателем в сравнении, скажем, с распространённой в Европе раннего железного века пшеницей двузернянкой (полбой), цикл вегетации которой занимает от 90 до 120 дней (Фляксбергер, 1935; Лебедева; 2005, Шайхутдинов с соавт., 2018). Короткий цикл вегетации, способность растения замедлять рост и удерживать влагу в засуху (благодаря C4 циклу фотосинтеза) позволяют высевать и жать зерно в разное время и в разных условиях, не «оседая на землю». Помимо этого, просо обыкновенное имеет хорошие пищевые характеристики, при прочих равных приближаясь по питательной ценности к пшеницам (Ashoka et al., 2023). После уборки зерна стебли проса являются хорошей подкормкой для скота, что использовалось скотоводческими (в том числе кочевыми) культурами древности и остаётся актуальным в наше время. Данный факт подтверждается биоархеологическими данными и статистикой ФАО о современных хозяйствах (Available at: <https://www.fao.org/3/w1808e/w1808e00.htm> (Accessed 20 June 2025) (ФАО, 2024; Makarewicz, Tuross, 2006; Zhang et al., 2020). Комплекс перечисленных преимуществ делает просо очень удобным злаком для представителей скотоводческих кочевых и полукочевых культур степной и лесостепной Евразии, и в известной мере – маркером соответствующего хозяйственного уклада.

Как было упомянуто выше, просо обыкновенное относится к растениям C4 типа фотосинтеза. Это обстоятельство позволяет выявлять его употребление животными и человеком в пищу на основании значительного обогащения коллагена костной ткани тяжелым углеродом. Такие биоархеологические исследования были проведены с материалами из археологических памятников Кавказа, Центральной Азии, Восточной Азии, Южной Европы, Балкан и других регионов (напр., Lightfoot et al., 2015; Martin, et al., 2021; Cavazutti et al., 2025). Восточноевропейские степи также были затронуты этими процессами (напр., Ananyevskaya et al., 2018). Материалы эпохи поздней бронзы и раннего железного века при этом вызывают наибольший интерес, поскольку позволяют проследить историю распространения данного культурного злака в масштабах континента (напр., Martin et al., 2021). К сожалению, изученность биоархеологических

¹ ФАО (FAO) – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций.

материалов степной и лесостепной зоны Восточной Европы менее подробно, чем Кавказа, Центральной и Восточной Азии. Именно к таким слабо изученным регионам относится Донская Лесостепь.

Целью данной публикации является представление данных об изотопном составе углерода и азота в коллагене костной ткани человека и животных из археологических памятников раннего железного века Среднедонского лесостепного региона. Это первое обобщение материалов от предскифского (киммерийского) до позднесарматского времени позволит охарактеризовать основные особенности пищевых моделей и в самых общих чертах – оценить его своеобразие на общем фоне скотоводческого населения Евразии.

Материалы и методы

К предскифскому времени относится группа из трёх образцов, происходящих из кургана у деревни Волхонские выселки, раскопанного в 2021 году экспедицией Липецкой региональной научной общественной организации (ЛРНОО) «Археологические исследования» под руководством А.С. Желудкова. Археологические материалы, комплекс радиоуглеродных дат, а также половозрастные определения погребённых опубликованы (Желудков с соавт., 2024). Изотопные исследования костных останков производятся впервые. К скифскому времени относятся 12 образцов, отобранных из погребений IV века курганного могильника Колбино-1, исследованного в 1995–2007 годах Донской археологической экспедицией Института археологии РАН (ИА РАН) под руководством В.И. Гуляева. Вводятся в научный оборот новые данные, относящиеся к населению сарматского времени. Это 19 образцов, полученные из 6 памятников, содержащих как грунтовые, так и курганные захоронения. В серию вошли материалы из следующих комплексов: Верный путь, Ивановка, Вязовский могильник, Воронежский аэропорт, Берёзовский могильник, исследованные силами экспедиций П.Д. Либерова, а впоследствии Воронежского государственного и государственного педагогического университетов. Экспедициями руководили А.П. Медведев и В.Д. Березуцкий. Кроме того, для сарматского времени получены данные об $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в костях животных (лошадь и мелкий рогатый скот). Археозоологические матери-

алы происходят из подкурганных погребений, либо остатков тризн на насыпях.

При пробоотборе и формировании серии образцов предпочтение отдавалось фрагментам костей посткраниального скелета и свода черепа с хорошей сохранностью. Подготовка коллагена проводилась в Лаборатории контекстуальной антропологии ИА РАН в несколько этапов с использованием приборной базы центра коллективного пользования ИА РАН. Фрагменты костной ткани промывались дистиллированной водой и затем высушивались. После этого образцы выдерживались в 1 М растворе соляной кислоты (HCl) при температуре +3 °С до полной деминерализации, после чего промывались дистиллированной водой до достижения нейтральных значений pH. Затем органический остаток переводился в растворимую форму при pH 2,5 (0,1M HCl) и +65 °С на протяжении 24 часов. На следующем этапе полученный раствор центрифугировался. Очищенный коллаген помещался в термостат до получения сухого светлого коллагена. Аналитическая работа была выполнена на базе центра коллективного пользования ЦКП (изотопного анализа) Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН «Инструментальные методы в экологии». Для определения показателей $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ использовался масс-спектрометр ThermoFinnigan Delta V Plus IRMS.

При сравнении полученных индивидуальных данных были применены статистические методы. В случае, если численность индивидуальных данных позволяла, производилась проверка на нормальность их распределения и Т-тест Стьюдента. Для сопоставления небольших серий значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ был использован U-критерий Манна–Уитни с целью проверки выявленных различий на статистическую значимость. В обоих случаях расчёты производились при $P = 0,05$.

Результаты

Степень сохранности коллагена оценивалась по его элементному составу. Молекула коллагена, не подвергавшаяся диагенетическим изменениям, включает около 10% азота (по массе), а атомарное соотношение C/N находится в интервале от 2,9 до 3,6 (Горлова с соавт., 2015; DeNiro, 1985; Ambrose, 1990). Отклонение от этих величин указывает на плохую сохранность коллагена. Атомное соотношение углерода и азота в исследованных образцах находится в

диапазоне от 3,2 до 3,5, что соответствует достаточной сохранности коллагена. Полученные результаты отражены в таблице 1 и на рисунке 1.

Ниже перечислены средние арифметические значения дельта $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ по Лесостепному Подонью в хронологической последова-

тельности и с учетом типа погребений (табл. 2). В расчёты включены ранее опубликованные данные (Чагаров, Добровольская, 2019; Нелюбов с соавт., 2024а, б). Статистически достоверных различий между мужской и женской серией выявлено не было.

Таблица 1. Индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей серии Донской лесостепи раннего железного века
Table 1. Individual values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in bone collagen of the Early Iron Age Don Forest steppe series

Памятник / Archaeological site	Курган № / Kurgan No.	Погребение № / Burial No.	Индивид / Individual	Кость / Bone	$\delta^{13}\text{C}$ vpdb, ‰	$\delta^{15}\text{N}$ air, ‰	%C	%N	mass C/N	atom C/N
Сарматское время / Sarmatian period										
Верный путь / Verny Put	–	1	♂ 25-30 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-15,81	9,87	34,8	12,8	2,7	3,2
Верный путь / Verny Put	–	2	♂ 25-35 лет/years	фрагмент лопатки / Scapular fragment	-14,61	10,38	39,7	14,1	2,8	3,3
Ивановка / Ivanovka	21	1	♀ 30-35 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-17,44	12,78	39,1	14,3	2,7	3,2
Ивановка / Ivanovka	24	1	♀ 30-45 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-15,27	11,48	37,5	13,6	2,8	3,2
Ивановка / Ivanovka		1, инвен- тарь/ 1, inventory	<i>Ovis aries</i>	астралгал / Talus	-19,63	6,26	15,1	5,1	2,9	3,4
Ивановка / Ivanovka	25	1	♂ (?) 20-25 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,66	12,63	37,5	13,6	2,8	3,2
Ивановка / Ivanovka	30	1	♀ 20-30 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,78	12,00	36,6	13,4	2,7	3,2
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground	4	3	1: ♂ 20-30 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-14,97	11,17	36,9	13,4	2,7	3,2
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground			2: ♀ 45-55 лет/years	фрагмент нижней че- люсти / Mandibular fragment	-16,44	10,36	38,9	14,1	2,8	3,2
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground	11	Ю-3 сектор / SW sector	<i>Equus caballus</i>	зуб / Tooth	-22,04	5,60	19,2	6,8	2,8	3,3
Вязовский могильник / Vyazovsky burial ground	19	1	♂ 45-50 лет/years	фрагмент свода черепца / Cra- nial vault fragment	-16,30	10,04	40,0	14,7	2,7	3,2
Воронеж. аэропорт / Voronezh Airport	–	2 (основ- ное)/ 2 (main)	Пол не уст., взросл. (?)/ sex unk., adult	фрагмент диафиза длинной кости / Long bone shaft fragment	-17,21	9,82	40,3	14,6	2,8	3,2
Воронеж. аэропорт / Voronezh Airport	1	1	♀ 20-25 лет/years	Фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,66	10,44	39,1	14,5	2,7	3,2

Есть продолжение / Continued

Обсуждение

Предскифское время

На сегодняшний день опубликованы изотопные подписи для погребённых из среднедонского курганного могильника Филатовка, демонстрирующие значения $\delta^{13}\text{C}$ (Нелюбов с соавт.,

2024б), преимущественно связанные с употреблением в пищу растений С4 – пути фотосинтеза. В образцах, относящихся к кургану у деревни Волхонские выселки, изменчивость значений углерода полностью укладывается в диапазон, свидетельствующий об употреблении в пищу проса. Тем самым новые данные подтверждают выдвинутую ранее гипотезу о появлении проса

Продолжение таблицы 1
 Table 1 Continued

Предскифское время / Pre-Scythian period										
Волхонские выселки-1 (курган) / Volkhonskie Vyselki-1 (kurgan)	–	1	Пол не уст. / sex unk., 25-30 лет/years	корень верхнего клыка / Root of upper canine	-16,01	10,94	36,2	13,3	2,7	3,2
Волхонские выселки-1 (курган) / Volkhonskie Vyselki-1 (kurgan)	–	5	♂ взросл./ adult	фрагмент шейки бедра / Femoral neck fragment	-16,35	9,99	10,9	3,6	3,0	3,5
Волхонские выселки-1 (курган) / Volkhonskie Vyselki-1 (kurgan)	–	7	♂ 30-35 лет/years	фаланга / Phalanx	-16,61	10,08	24,0	8,8	2,7	3,2
Скифское время / Scythian period										
Колбино-1 / Kolbino-1	3	1	2: ♂ 25-35 лет/years	фрагмент диафиза длинной кости / Long bone shaft fragment	-17,74	10,73	24,2	8,6	2,8	3,3
Колбино-1 / Kolbino-1	6	1	3: ♂ 30-35 лет/years	фаланга / Phalanx	-18,01	11,64	38,7	14,1	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	7	1	2: ♀ 50+ лет/years	Фрагмент ребра / Rib fragment	-15,89	11,47	38,3	14,1	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	7	2	3: ♀ 50+ лет/years	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,36	11,69	36,6	13,1	2,8	3,3
Колбино-1 / Kolbino-1	8	1	1: ♀ 45+ лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-13,82	11,87	38,4	14,0	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	8	1	2: ♀ 30-35 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,54	11,53	40,4	14,8	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	2: ♂ 25-29 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-15,04	10,46	36,9	13,5	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	3: ♂ 12-15 лет/years	фрагмент ребра / Rib fragment	-16,75	11,40	38,7	14,2	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	4: ♀ 35-45 лет/years	фаланга / Phalanx	-15,24	10,37	39,5	14,6	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	5: Ребенок ок. 9 лет/ child about 9 y/o	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-17,03	12,26	38,1	14,1	2,7	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	10	1	6: ♀ (?) 20-30 лет/years	фрагмент свода черепа / Cranial vault fragment	-16,26	11,57	39,2	14,1	2,8	3,2
Колбино-1 / Kolbino-1	11	1	1: ♂ 25-35 лет/years	фаланга / Phalanx	-14,74	11,57	37,3	13,7	2,7	3,2

как важного компонента пищи в регионе именно в предскифское время (Нелюбов с соавт., 2024б, с. 166). Значения $\delta^{15}\text{N}$ свидетельствуют о значимом вкладе белка животного происхождения в рацион, и в среднем составляют 10,12 ‰. К сожалению, на данном этапе разработки тематики нет археоботанических и изотопных данных из других памятников Донской лесостепи киммерийского времени. Тем не менее, антропологический источник вновь демонстрирует начало проникновения в регион новой пищевой модели по крайней мере начиная с VIII в. до н.э. На предскифское время (VIII–VII вв. до н.э.) приходится конец суббореального периода голоцена, а именно подпериод, который отмечен в регионе засушливым климатом (Чендев с соавт., 2016). Учитывая приспособленность проса к подобным климатическим условиям, нельзя исключать, что его распространение могло быть косвенно связано с аридизацией.

В качестве данных для географических сопоставлений были привлечены индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ из хронологически близких памятников с различных территорий. На территории Хорватии это материалы погребений могильников Надин-Градина и Винковици-нама, датированные VII–VI вв. до н.э. (всего 49 инди-

видов) (Lightfoot et al., 2015). С территории Северного Кавказа были привлечены значения, известные для 7 индивидов из могильника Кобан (погребения VIII–IV вв. до н.э.) (Martin et al., 2021), 25 индивидов из могильника Клинь-Яр 3 (IX–VII вв. до н.э.) (Higham et al., 2010) и 11 индивидов из памятника Кичмалка–2 (VII – начало V века до н.э.), относящиеся к раннему железному веку кобанской культуры (Бабенко с соавт., 2021). С территории Центрального Казахстана были привлечены отдельные значения из девяти памятников сакского круга (Каракемер, Кызылшилик и др.), датированных IX–III вв. до н.э. (всего 11 значений); с территории Южного Казахстана – материалы памятников Шатыркуль и Тургень синхронного времени (всего 12 значений) (Anapuevskaya et al., 2018). Индивидуальные данные отражены на рисунке 2 в соответствии с региональной принадлежностью погребённых.

Следует отметить, что на всех описанных выше территориях кроме Донской лесостепи, традиция возделывания и употребления в пищу *Panicum miliaceum* (просо обыкновенное) зафиксировано уже начиная с середины второго тысячелетия до н.э. Иными словами, на других территориях просо известно до раннего железного

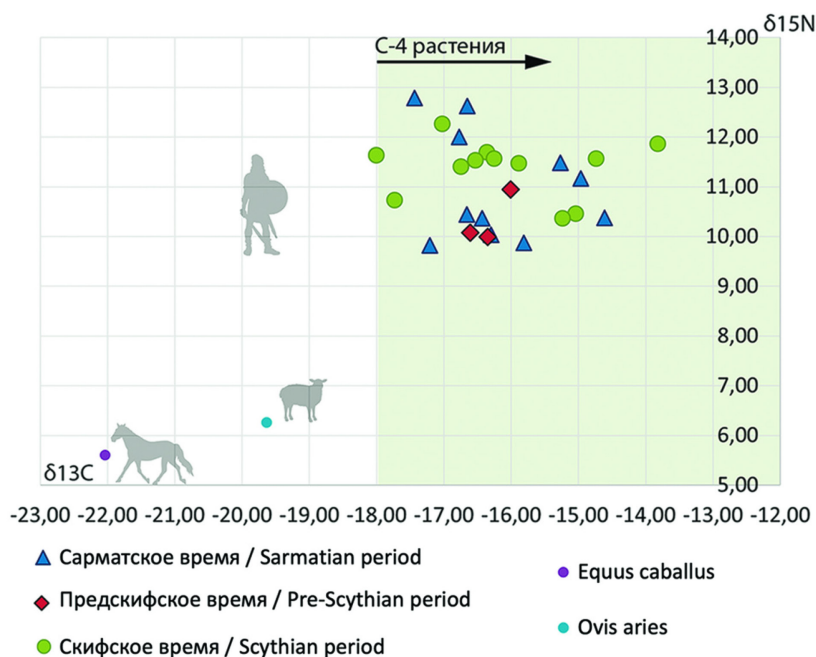


Рисунок 1. Индивидуальная изменчивость $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в погребениях лесостепного Подонья раннего железного века

Figure 1. Individual variability of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in forest-steppe Don Region Early Iron Age burials

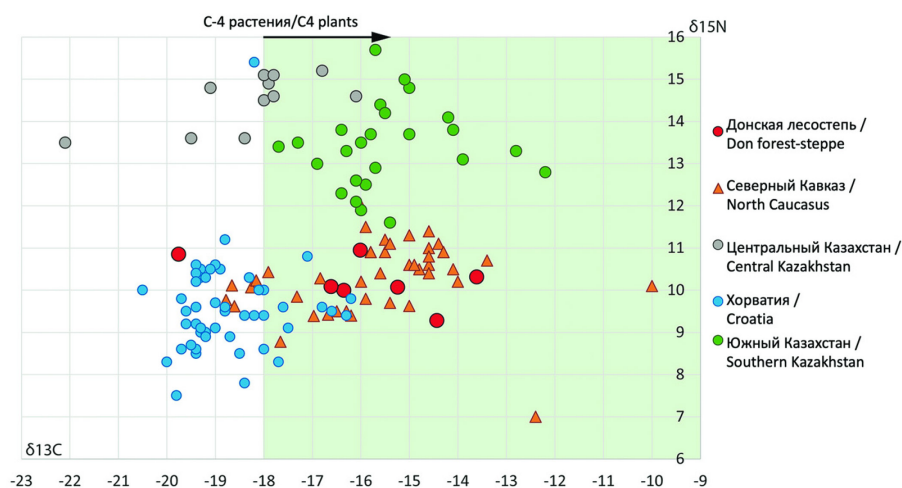


Рисунок 2. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Киммерийское время от Южной Европы до Центральной Азии

Figure 2. Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the Cimmerian period from Southern Europe to Central Asia

века и связано с бытованием позднебронзовых археологических культур.

Среднедонские антропологические материалы из погребений новочеркасского круга демонстрируют наибольшее сходство с традицией питания, характерной для хронологически синхронного населения Северного Кавказа. Некоторые пересечения значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ обнаруживаются и с памятниками Хорватии гальштатского времени. Однако для памятников Винковици-Нама и Надин-Градина (Хорватия) в меньшей степени характерны высокие значения $\delta^{13}\text{C}$, связанные с употреблением в пищу С-4 растений. Исследования, проведенные для южного и центрального Казахстана, отражают иную традицию питания, связанную с большим включением в рацион мясомолочных продуктов. При сопоставимом вкладе проса в растительный компонент рациона, разница средних значений $\delta^{15}\text{N}$ между сериями Донской лесостепи и Казахстана составляет порядка 3,51 %. Такое значение соответствует не менее чем половине трофического шага азота, что свидетельствует о ярко выраженном различии между двумя сериями (Shoeninger, DeNiro, 1984; O'Connell et al., 2012).

Таким образом, в широком географическом охвате выявляется две разные традиции питания, причём обе связаны со включением

просяной пищи в рацион. Одна – представленная группами из центральноазиатских степей – характеризуется более значительной долей продуктов животного происхождения. Другая традиция демонстрирует меньшую долю белков. Среднедонское население киммерийского времени демонстрирует вторую традицию, при очевидном сходстве с пищевой моделью предшественников кобанской археологической культуры.

Скифское время

В скифское время (V–IV вв. до н.э.) в растительный компонент диеты населения региона могли составлять как просо, так и растения С-3 пути фотосинтеза (Чагаров, Добровольская, 2019; Нелюбов с соавт., 2024а). Полученные новые данные, относящиеся к курганному могильнику скифского времени Колбино-I, полностью соответствуют С4 диапазону. Отмечу, что перечень значений $\delta^{13}\text{C}$ у погребённых скифского времени является на сегодняшний день самым многочисленным из полученных для лесостепного Подонья. Новые данные вписываются в диапазон значений, ранее определённый для «подкурганного» населения скифского времени. При этом с расширением выборки снова становятся заметны различия между пищевыми моделями людей, оставивших грунтовые и подкурганые захоронения.

Так, для скифского времени разница в значениях $\delta^{13}\text{C}$ между «подкурганными» и «грунтовыми» группами составила 1,17‰. Разница между средними значениями $\delta^{15}\text{N}$ в курганных и грунтовых захоронениях составила 1,27‰. Иными словами, в грунтовых погребениях азот оказался в меньшей степени насыщен тяжелыми изотопами, а углерод характеризуется в среднем более высокими значениями. Проверка на значимость при помощи Т-теста Стьюдента при $p=0,05$ не выявило статистически достоверных различий между двумя группами населения относительно данных по $\delta^{13}\text{C}$, однако подтвердила таковые по $\delta^{15}\text{N}$. То есть группа из грунтовых погребений продемонстрировала в среднем меньшее употребление животной пищи при отсутствии значимых различий в мере включения в рацион проса. Таким образом, у двух групп людей с различным погребальным обрядом вновь выделяются две различные пищевые модели.

Следует отметить и некоторые климатические изменения, произошедшие в регионе. На скифское время пришлось начало субатлантического периода, отмеченное на данной территории увлажнением климата (Чендев с соавт., 2016). Аридизация киммерийского времени в Донской лесостепи к V–IV вв. до н.э. сменяется более влажными и мягкими условиями.

Для диахронных сопоставлений вновь были привлечены данные по сериям из кобанских погребений Северного Кавказа, а также памятников Центрального и Южного Казахстана. Кро-

ме того, учтены культурно и хронологически близкие материалы из лесостепного и степного Поднепровья (курганные могильники Медвин и Мамай-Гора) (Ventresca Miller et al., 2021), Ставропольского края (курганный могильник Новозаведенное III) (Добровольская с соавт., 2024). Привлечены данные о материалах лесостепного Зауралья, а именно саргатской культуры (Чагаров, Слепцова, 2023). Включены в анализ индивидуальные значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ из памятников Восточной Сибири уюкской (могильник Аймырлыг) и тагарской (могильник Ай-Дай) культур (Murphy et al., 2013). В тех случаях, когда не было возможности привлечь индивидуальные данные, использовались средние значения, отражённые на графике соответствующими маркерами. Обобщённые данные по лесостепной и степной зоне Евразии скифского времени отражены на рисунке 3.

Погребённые из курганных захоронений донской лесостепи скифского времени не демонстрируют сходства в традициях питания представителей позднего этапа кобанской культуры. Немногочисленные индивидуальные значения, близкие к традиции питания киммерийского времени, относятся к грунтовым погребениям лесостепного Подонья. Традиция питания людей из курганных погребений Среднего Подонья наиболее схожи с таковыми у представителей Тагарской культуры (курганный могильник Ай-Дай) и из сакских курганов в ущелье Турген в Южном Казахстане. Отмечается и некоторое

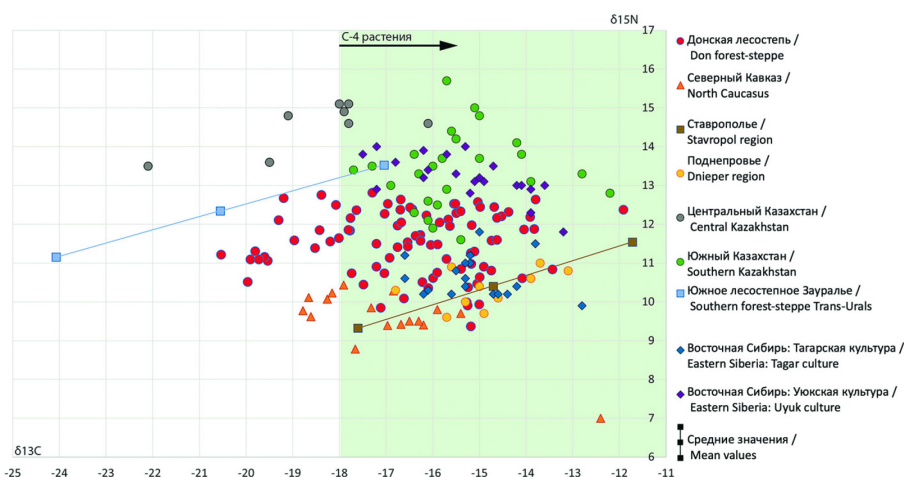


Рисунок 3. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Скифское время от Поднепровья до Восточной Сибири

Figure 3. Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the Scythian period from Dnieper to Eastern Siberia

сходство с культурой питания погребённых из могильника Новозаведенное – III, а также населением Поднепровья (могильники Мамай-Гора, Медвин), однако эти две группы отмечены в среднем меньшим включением в пищу продуктов животноводства. Наиболее высокими значениями $\delta^{15}\text{N}$ отличаются погребённые из могильников Шатыркуль, Аймырлыг, а также серия, происходящая из погребений Тасмолинской культуры Центрального Казахстана. Наиболее низкими (ниже 10‰) характеризуются представители кобанской культуры.

Население Восточной Сибири, Поднепровья, Ставрополя и Южного Казахстана скифского времени демонстрирует значения $\delta^{13}\text{C}$, исключительно связанные с преобладанием в растительном компоненте рациона проса. Население Донской лесостепи и представители кобанской культуры, Центрального Казахстана отличаются включением в пищу С3, и С4 растений. Наиболее низкими показателями $\delta^{13}\text{C}$ выделяются представители саргатской и тасмолинской культур (представленные на рисунке регионами «Южное лесостепное Зауралье» и «Центральный Казахстан»).

Таким образом, население Донской лесостепи V–IV вв. до н.э. занимает своё «промежуточное положение» в палитре традиций питания степной и лесостепной Евразии раннего железного века. Наибольшее сходство «подкурганного населения» прослеживается с сакскими погребениями Южного Казахстана и Тагарскими захоронениями Восточной Сибири. Отмечается и статистически достоверное различие в значениях $\delta^{15}\text{N}$ между среднедонскими сериями из курганных и грунтовых погребений. Последняя в большей степени тяготеет к традиции питания представителей кобанской культуры и населению Поднепровья. В среднем же можно предположить, что в Донской Лесостепи скифского времени появляется новая традиция питания, отличающаяся от предыдущего периода большим включением в пищу продуктов животноводства. Сходство изотопных характеристик для представителей Кобанской культуры и Среднедонских насельников VIII в. до н.э., проявляется только у людей, оставивших грунтовые погребения.

Сарматское время

В сарматское время все значения $\delta^{13}\text{C}$ лежат в С4 диапазоне, маркирующем присутствие С4 растений. Появляющееся в регионе к VIII ве-

ку до н.э. просо, к периоду в I–IV вв. н.э. окончательно занимает уверенную позицию в растительном компоненте диеты населения региона. Значения $\delta^{15}\text{N}$ внутри серии связаны со значимым вкладом в рацион продуктов животного происхождения.

При этом в сарматский период, как и в скифское время обнаруживается различие между системами питания у погребённых из курганных и грунтовых могильников. Тренд на повышение значений $\delta^{13}\text{C}$ у людей, оставивших второй тип захоронений, сохраняется, и разница между двумя группами составляет уже 2,24‰. Значения $\delta^{15}\text{N}$ у обитателей городищ напротив, ниже, чем у серии из подкурганых захоронений: разница составила 1,7‰. Как следствие, различия между сериями из курганных и грунтовых погребений в скифское и сарматское время не только имеют один характер, но и усиливаются в начале новой эры. Разница в индивидуальных данных между курганными и грунтовыми захоронениями была проверена при помощи U – критерия Манна–Уитни при $p=0,05$. Вновь различия в значениях $\delta^{15}\text{N}$ продемонстрировали статистическую значимость, в отличие от показателей $\delta^{13}\text{C}$. Притом представляется важным отметить следующую закономерность. Сохранение тренда на повышение вклада просяной пищи у погребённых по бескурганному обряду в период с IV в. до н.э. по IV в. н.э. всё же заставляет задуматься о неслучайности такого различия.

Как отмечалось выше, впервые были получены данные об изменчивости $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в коллагене костей домашних животных сарматского времени. Для предскифского и скифского периода такие данные были получены и обсуждены ранее (Нелюбов с соавт., 2024б; Чагаров, Добровольская, 2019). Известно, что при соблюдении сохранения С3 систем трофический шаг в соотношении стабильных изотопов углерода в коллагене от травоядных к человеку составляет 0,5–2‰ (Святко, 2016; Shoeninger, 1985). Аналогичный трофический шаг для значений $\delta^{15}\text{N}$ в костях млекопитающих в умеренных климатических условиях составляет порядка 3–6‰ (Добровольская с соавт., 2020; Shoeninger, DeNiro, 1984; O'Connell et al., 2012). Понимание данной базовой конструкции позволяет обратить внимание на некоторые закономерности, свойственные исследуемому периоду в целом. Вычисленный показатель разницы между значениями $\delta^{13}\text{C}$ у людей и животных ($\delta^{13}\text{C}_{\text{чел.-жив}}$) в хронологический

период от VIII в. до н.э. до IV в. н.э. значительно превышает величину трофического шага при употреблении в пищу растений C-3 типа фотосинтеза, что вновь подтверждает данные об использовании людьми в пищу проса. Значение $\delta^{15}\text{N}$ чел-жив в скифское и в сарматское время укладывается в 4–5 ‰, что приближается к величине полного трофического шага и свидетельствует о значительной доле пищи животного происхождения в группах.

Несмотря на очевидную важность сопоставления изотопных данных со статистикой распространения археологического зерна в культурных слоях поселений, сегодня археоботанических данных для сарматского времени недостаточно. Тем не менее, антропологический источник свидетельствует об усилении культурной традиции потребления просяной пищи в Донской лесостепи I–IV вв. н.э.

В III–II вв. до н.э. намечается генеральная тенденция к сокращению площадей лесов и аридизации, достигающей своего пика к I веку н.э. Именно в это время в регионе появляются первые сарматские памятники (Медведев, 1999). Согласно почвенным исследованиям вала городища Мухино, аридизация в регионе завершается к III–IV вв. н.э. (Чендев с соавт., 2016, с. 73). К этому периоду относятся позднесарматские погребения. Не смотря на происходившие климатические флуктуации, на протяжении всего сарматского времени в Донской Лесостепи уверен-

но преобладают значения $\delta^{13}\text{C}$, связанные с употреблением в пищу C-4 растений.

В качестве сопоставительных были привлечены данные об изменчивости изотопного состава в коллагене костей индивидов из сарматских погребений Нижнего Поволжья II–IV вв. н.э. (Свиркина с соавт., 2024), Северного Кавказа (Клин-Яр III, Кичмалка II) I–II вв. н.э. Кроме того, привлечены значения, полученные для индивидов из позднесарматских погребений памятника Каратобе, расположенного в Восточном Казахстане. Вновь были привлечены средние значения для широко датированных саргатских погребений Южного лесостепного Зауралья, в том числе синхронных сарматскому времени (рис. 4).

Группа индивидов из памятников Лесостепного Подонья оказывается ближе всего к значениям, известным для нижневолжского сарматского населения и серии из северокавказских погребений I–II веков. При этом традиция питания людей, оставивших грунтовые погребения, вновь оказывается ближе к пищевой культуре, характерной для Северного Кавказа. Значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$, полученные для индивидов саргатской культуры, как и в скифский период, отличаются от прочих серий повышенным включением в растительный компонент пищи растений C-3 типа фотосинтеза. Немногочисленные данные об изменчивости изотопных значений в поздне-

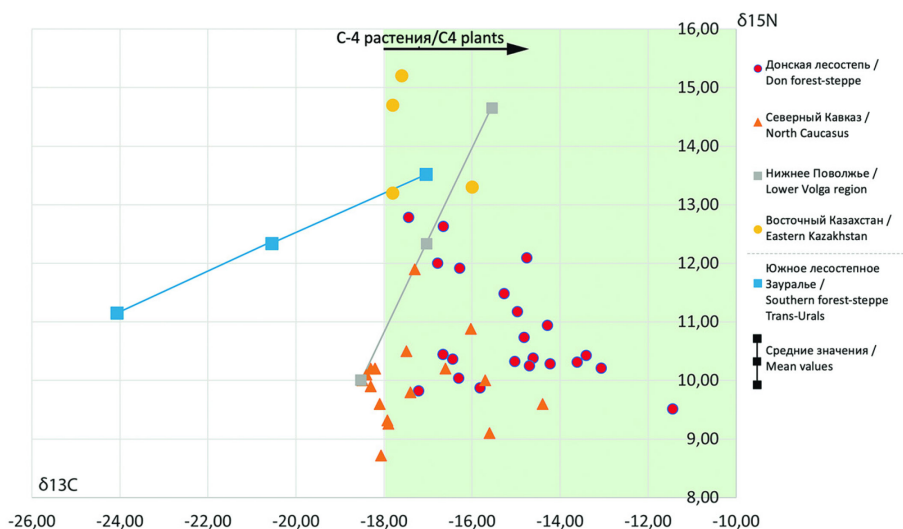


Рисунок 4. Распределение значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Скифское время от Подонья до Восточного Казахстана

Figure 4. Distribution of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in the Scythian period from Don region to Eastern Kazakhstan

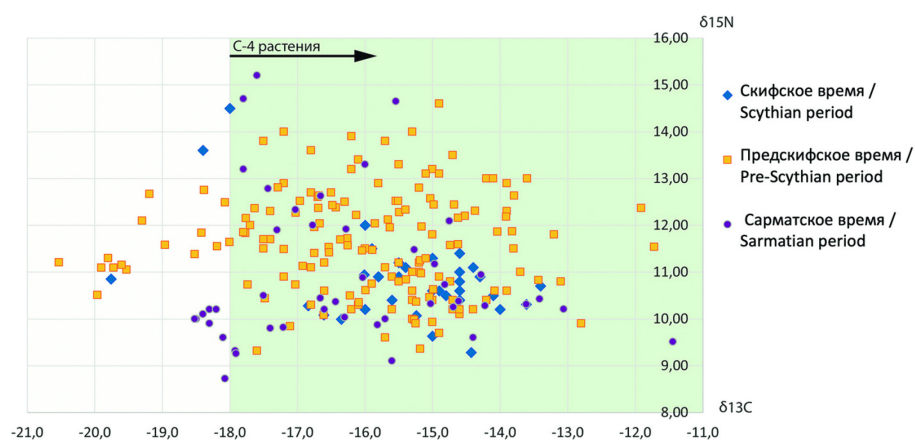


Рисунок 5. Изменчивость значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ в Евразийской степи и лесостепи раннего железного века

Figure 5. Variability of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ values in Early Iron Age Eurasian steppe and forest steppe

сарматских погребениях восточного Казахстана остаются близкими по линии изменчивости $\delta^{13}\text{C}$, однако отличаются куда более высоким вкладом мясомолочных продуктов в рацион.

Заключение

Итак, по данным анализа стабильных изотопов в начале раннего железного века (VIII в. до н.э. – IV в. н.э.) просо появляется на территории Донской Лесостепи, включаясь в системы жизнеобеспечения её населения. К первым векам н.э. времени *Panicum miliaceum* занимает уверенное положение в составе растительного компонента рациона (рис. 5). Чем подобный тренд может быть обусловлен? С одной стороны, смещение значений $\delta^{13}\text{C}$ в «область C4» на протяжении раннего железного века можно было бы объяснить не изменениями, произошедшими в хозяйственном укладе, а аридизацией климата. Действительно, известны случаи, когда высокие значения $\delta^{13}\text{C}$ связывают именно с изменениями влажности (напр., Iacumin et al., 2004, Hollund et al., 2010) и, как отмечает в своей работе С.В. Святко, «непринятие во внимание подобных факторов может привести к ошибочным выводам относительно диеты» (Святко, 2016, с. 53). Однако перемены влажности климата в Донской Лесостепи не были однородными. Исследованная серия напротив, демонстрирует единую традицию питания и устойчивую динамику её развития. Как следствие, возникновение и бытование нового культурно-хозяйственного типа на протяжении VIII в. до н.э. – IV в. н.э. едва

ли может быть обусловлено исключительно климатическими переменами. Впрочем, аридизация III в. до н.э. – IV в. н.э. может объяснить значительное увеличение доли растений C4 – типа фотосинтеза в пище людей сарматского времени. Засушливый климат действительно мог увеличить вклад проса, как более неприхотливого к засушливым условиям культурного растения (Нелюбов с соавт., 2024б, с. 166).

Что известно о возможном пути проникновения *Panicum miliaceum* на территорию Среднего Дона? Закономерно было бы предположить, что культура выращивания проса сохранилась в регионе с позднего бронзового века, как и на сопредельных территориях (Martin, et al., 2011; Cavazutti et al., 2025). Однако опубликованные на данный момент исследования не содержат убедительных свидетельств возделывания, либо употребления в пищу проса с середины второго тысячелетия до н.э. (Лебедева, 2005; Нелюбов с соавт., 2024б). Интересно, что новые изотопные данные, полученные для погребённых новочеркасского круга, продемонстрировали сходство с традицией питания носителей кобанской культуры. Кроме того, известны и археологические свидетельства контактов этих двух групп населения (Чшиев, 2016). На основе такого сходства можно предположить, что просо приходит в Лесостепное Подонье в VIII веке до н.э. с территории Северного Кавказа. Хотя для проверки этой гипотезы необходимо расширение банка археоботанических и изотопных данных, на

взгляд автора, близость двух пищевых моделей по меньшей мере заслуживает внимания.

На протяжении скифского и сарматского времени в регионе прослежены две традиции питания: характерные для погребённых из курганных и грунтовых могильников. Первая характеризуется большим включением в пищу мясомолочных продуктов и меньшим – растений С4-пути фотосинтеза, чем вторая. На протяжении 900 лет «курганная» модель в большей степени тяготеет к значениям $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ восточных номадов, а «грунтовая» – к пищевым предпочтениям населения Северного Кавказа. При этом нельзя не отметить сходство между традициями питания населения региона в скифское и сарматское время.

Список литературы

- Бабенко А.Н., Добровольская М.В., Васильева Е.Е., Коробов Д.С. Реконструкция питания и особенностей хозяйства населения Центрального Предкавказья I тыс. до н. э. — I тыс. н. э. по данным изотопного анализа коллагена остеологических материалов из могильника Кичмалка II // Археология, этнография и антропология Евразии, 2021. Т. 49. № 4. С.80–90. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2021.49.4.080-090>
- Горлова Е.Н., Крылович О.А., Тиунов А.В., Хасанов Б.Ф., Васюков Д.Д. с соавт. Изотопный анализ как метод таксономической идентификации археозоологического материала // Археология, этнография и антропология Евразии, 2015. Т. 43 (1). С.110–121. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2015.43.1.110-121>
- Добровольская М. В., Тиунов А. В., Крылович О. А., Кузмичева Е.А., Решетова И.К. с соавт. Изотопные маркеры экосистем и питания средневекового сельского населения лесной зоны европейской части России // Российская археология, 2020. №3. С.79–95. <https://doi.org/10.31857/S086960630010944-7>
- Добровольская М.В., Канторович А.Р., Маслов В.Е., Спасская Н.Н., Березина Н.Я. с соавт. Вариации изотопного состава углерода, азота и стронция в костной ткани и эмали зубов людей и лошадей из могильника скифской эпохи Новозаведенное-III на Ставрополье (предварительные данные) / В: Бюллетень всероссийского семинара стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика. Материалы VI заседания. Отв. ред. д.и.н. М.В. Добровольская. М: ИА РАН, 2024. С.37-45. <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>
- Желудков А.С., Пузанова Т.А., Куличков А.А., Васильев С.В., Боруцкая С.Б. Погребения предскифского времени кургана Волхонские Выселки на Верхнем Дону. // Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology, 2024. №3. С.115–126. <https://doi.org/10.55086/sp243115126>
- Лебедева Е.Ю. Археоботаника и изучение земледелия эпохи бронзы Восточной Европы // OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии. М.: ИА РАН, 2005. Вып. 4. С.50–68.
- Медведев А.П. Опыт разработки региональной системы хронологии и периодизации памятников раннего железного века лесостепного Подонья / В: Археология Центрального Черноземья и сопредельных территорий: тез. докл. науч. конф. Липецк, 1999. С.17-21.
- Нелюбов С.А., Володин С.А., Добровольская М.В. Биоархеологические аспекты изучения коллективных подкурганных захоронений скифского времени на Среднем Дону // КСИА, 2024а. Вып. 274. С.391-405. <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.274.391-405>
- Нелюбов С.А., Добровольская М.В., Меркулов А.Н. О роли проса в рационе питания населения лесостепного Подонья в бронзовом и раннем железном веке по данным биоархеологических исследований // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2024б. 4. С.160–170. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-12>
- Свиркина Н.Г., Перерва Е.В., Алямкин Г.В., Слепченко С.М. Ели ли сарматы рыбу? / В: Бюллетень всероссийского семинара стабильные изотопы в археологических исследованиях: методические проблемы и историческая проблематика. Материалы VI заседания. Отв. ред. д.и.н. М.В. Добровольская. М: ИА РАН, 2024. С.75-76. <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>
- Святко С.В. Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи // Археология, этнография и антропология Евразии, 2016. Т. 44. № 2. С.47–55. <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055>
- ФАО. 2024. Раскрываем потенциал проса. Международного года проса 2023. Справочный документ. Рим. <https://doi.org/10.4060/cc7484ru>
- Фляксбергер К.А. Пшеницы / Академия сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина. Всесоюзный институт растениеводства НКЗ СССР; Вып. 1. Москва; Ленинград: Сельхозгиз. 1935. 260с.
- Чагаров О.С., Добровольская М.В. Система питания среднедонского населения скифского времени: Хозяйство и природно-климатический фактор (по данным о составе стабильных изотопов углерода и азота) // Вестник Московского Университета. Серия XXIII. Антропология, 2019. № 2. С. 72–83. <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2019.2.072-083>
- Чагаров О.С., Слепцова А.В. Изотопные исследования палеоантропологических объектов из погребальных памятников археологических культур раннего железного века юга Западной Сибири / В: Тезисы докладов XIV Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 75-летию профессоров Я.Т. Султанаева и М.Х. Харрасова, Уфа, 08–11 октября 2023 года / Отв. редактор Л.А. Габдрахманова. Уфа, 2023. С.200.
- Чендеев Ю.Г., Лебедева М.Г., Матвеев С.М., Петин А.Н., Долгих А.В. с соавт. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата. Белгород: Константа. 2016. 326с. ISBN 978-5-9786-0472-6
- Чишев В.Т. Новые находки из памятников предгорно-равнинной части Северной Осетии как маркеры контактов автохтонного населения и племен киммерийско-скифского культурного круга // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Всеобщая история, 2016. №4. С.73-84.

Шайхутдинов Ф.Ш., Сержанов И.М., Зиннатуллин Д.Х., Гараев Р.И. Влияние фона питания, сроков сева и предшественников на рост и развитие и урожай пшеницы двузернянки (полба) в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета, 2018. №4. С.100–105.

https://doi.org/10.12737/article_5a84490c9e5418.58790037
Ambrose S.H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 1990, 17 (4), pp. 431–451.

Ananyevskaya E.O., Aytqaly A.K., Beisenov A.Z., Dmitriev E.A., Garbaras et al. Early indicators to C4 plant consumption in central Kazakhstan during the Final Bronze Age and Early Iron Age based on stable isotope analysis of human and animal bone collagen. *Archaeological Research in Asia*, 2018, 15, pp. 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2017.12.002>

Ashoka P., Dnyaneshwar S.R., Sudeepthi B., Kunal N.G., Gurralla Sai V.R. et al. Millet's role as a climate resilient staple for future food security: a review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 2023, 13 (11), pp. 4542–52. <https://doi.org/10.9734/ijeccl/2023/v13i113634>

Baltensperger D.D. Progress with proso, pearl and other millets. In *Trends in new crops and new uses: proceedings of the Fifth International Symposium*. In J. Janick, A. Whipkey eds. Alexandria, VA, ASHS Press Publ., 2002. P. 100–103.

Boivin M., Frachetti M.D. *Globalization in Prehistory: Contact, Exchange, and the 'People Without History'*. Cambridge, Cambridge University Press Publ., 2018. 358 p. ISBN 978-1108429801

Cavazzuti C., Horváth A., Gémes A., Kristóf F., Tamás S. et al. Isotope and archaeobotanical analysis reveal radical changes in mobility, diet and inequalities around 1500 BCE at the core of Europe. *Sci Rep.*, 2025, 15, 17494. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01113-z>

DeNiro M.J. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 1985, 317, pp. 806–809.

Gupta A., Sood S., Agrawal P.K., Bhatt J.C. Floral biology and pollination system in small millets. *Eur J. Plant Sci. Biotechnol.*, 2011, 6, pp. 81–86.

Higham T., Warren R., Belinskij A., Härke H., Wood R. Radiocarbon dating, stable isotope analysis, and diet-derived offsets in 14C ages from the Klin-Yar Site, Russian North Caucasus. *Radiocarbon*, 2010, 52 (2), pp. 653–670. <https://doi.org/10.1017/S0033822200045689>

Hollund H.I., Higham T., Belinskij A., Korenevskij S. Investigation of palaeodiet in the North Caucasus (South Russia) Bronze Age using stable isotope analysis and AMS dating of human and animal bones. *J. of Archaeol. Sci.*, 2010, 37, pp. 2971–2983. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.08.009>

Iacumin P., Nikolaev V., Genoni L., Ramigni M., Ryskov Y.G. et al. Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes. *Geobios*, 2004, 37, pp. 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2003.05.001>

Lightfoot E., Šlaus M., Šikanjić, P.R., O'Connell T.C. Metals and millets: Bronze and Iron Age diet in inland and coastal Croatia seen through stable isotope analysis. *Ar-*

chaeol. Anthropol. Sci., 2015, 7, pp. 375–386. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0194-3>

Makarewicz C.A., Tuross N. Foddering by Mongolian Pastoralists Is Recorded in the Stable Carbon ($\delta^{13}C$) and Nitrogen ($\delta^{15}N$) Isotopes of Caprine Dentine Collagen. *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 862–870. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.10.016>

Martin L., Messenger E., Bedianashvili G., Rusishvili N., Lebedeva E.Yu. et al. The place of millet in food globalization during Late Prehistory as evidenced by new bioarchaeological data from the Caucasus. *Sci. Rep.*, 2021, 11, 13124. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92392-9>

Murphy E.M., Schulting R., Beer N., Chistov Y., Kasparov A. et al. Iron Age Pastoral Nomadism and Agriculture in the Eastern Eurasian Steppe: Implications from Dental Palaeopathology and Stable Carbon and Nitrogen Isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40 (5), pp. 2547–2560. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.09.038>

O'Connell T.C., Kneale C.J., Tasevska N., Kuhnle G.G.C. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study. *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 2012, 149, pp. 426–434. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22140>

Shoeninger M.J., DeNiro M.J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochemica et Cosmochimica Acta*, 1984, 48, pp. 625–639.

Schoeninger M.J. Trophic level effects on $^{15}N/^{14}N$ and $^{13}C/^{12}C$ ratios in bone collagen and strontium levels in bone mineral. *Journal of Human Evolution*, 1985, 14 (5), pp. 515–525.

Ventresca Miller A.R., Johnson J., Makhortyk S., Gerling C., Litvinova L., Andrukh S., et al. Re-evaluating Scythian lifeways: Isotopic analysis of diet and mobility in Iron Age Ukraine. *PLoS ONE*, 2021, 16 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245996>

Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian Steppe. *Sci. Rep.*, 2019, 9, 8363. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35758-w>

Zhang G., Hou X., Li S., Zhou Y., Richards M. Agriculturalization of the Nomad - Dominated Empires of the Northern Wei Dynasty in Pingcheng city (398 - 494AD): A stable isotopic study on animal and human bones from the Jinmaoyuan cemetery, China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2020, 31 (3). <https://doi.org/10.1002/oa.2923>

References

Ambrose S.H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*, 1990, 17 (4), pp. 431–451.

Ananyevskaya E.O., Aytqaly A.K., Beisenov A.Z., Dmitriev E.A., Garbaras et al. Early indicators to C4 plant consumption in central Kazakhstan during the Final Bronze Age and Early Iron Age based on stable isotope analysis of human and animal bone collagen. *Archaeological Research in Asia*, 2018, 15, pp. 157–173. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2017.12.002>

Ashoka P., Dnyaneshwar S.R., Sudeepthi B., Kunal N.G., Gurralla Sai V.R. et al. Millet's role as a climate resilient

staple for future food security: a review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 2023, 13 (11), pp. 4542–52. <https://doi.org/10.9734/ijec/2023/v13i113634>

Babenko A.N., Dobrovolskaya M.V., Vasilyeva E.E., Korobov D.S. Reconstruction of nutrition and household characteristics of the Central Ciscaucasia I millennium BC — I millennium AD population according to isotope analysis of osteological materials collagen from the Kichmalka II burial ground. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2021, 49 (4), pp. 80–90. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2021.49.4.080-090>

Baltensperger D.D. Progress with proso, pearl and other millets. In *Trends in new crops and new uses: proceedings of the Fifth International Symposium*. In J. Janick, A. Whipkey eds. Alexandria, VA, ASHS Press Publ., 2002. P. 100–103.

Boivin M., Frachetti M.D. *Globalization in Prehistory: Contact, Exchange, and the 'People Without History'*. Cambridge, Cambridge University Press Publ., 2018. 358 p. ISBN 978-1108429801

Cavazzuti C., Horváth A., Gémes A., Kristóf F., Tamás S. et al. Isotope and archaeobotanical analysis reveal radical changes in mobility, diet and inequalities around 1500 BCE at the core of Europe. *Sci Rep.*, 2025, 15, 17494. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01113-z>

Chagarov O.S., Dobrovolskaya M.V. System of nutrition of the Scythian time Middle-Don population: economy and climate (according to the composition of stable carbon and nitrogen isotopes). *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII. Antropologia*, 2019, 2, pp. 72–83. (In Russ.). <https://doi.org/10.32521/2074-8132.2019.2.072-083>

Chagarov, O.S., Sleptsova A.V. Isotopic studies of paleoanthropological objects from funerary monuments of archaeological cultures of the Early Iron Age in the South of Western Siberia / In: Abstracts of the XIV International School-Conference of students, postgraduates and young scientists dedicated to the 75th anniversary of Professors Ya.T. Sultanaev and M.H. Kharrasov, Ufa, October 08-11, 2023 / In L.A. Gabdrakhmanova ed. Ufa, 2023, p. 200. (In Russ.).

Chendev Yu.G., Lebedeva M.G., Matveev S.M., Petin A.N., Dolgih A.V. et al. Soils and vegetation of the south of the Central Russian Upland in a changing climate. Belgorod, Constanta Publ., 2016. 326 p. (In Russ.).

Chshiev, V.T. New finds from monuments of the plain North Ossetia as markers of contacts between the autochthonous population and tribes of the Cimmerian-Scythian cultural area. *RUDN Journal of World history*, 2016, 4, pp. 73–84. (In Russ.).

DeNiro M.J. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature*, 1985, 317, pp. 806–809.

Dobrovolskaya M.V., Tiunov A.V., Krylovich O.A., Kuzmicheva E.A., Reshetova I.K. et al. Isotope markers of ecosystems and nutrition of the medieval rural population in the forest zone of European Russia. *Russian archaeology*, 2020, 3, pp. 79–95. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S086960630010944-7>

Dobrovolskaya M.V., Kantorovich A.R., Maslov V.E., Spasskaya N.N., Berezina N.Ya et al. Variations in the isotopic composition of carbon, nitrogen and strontium in bone tissue and tooth enamel of humans and horses from

the burial ground of the Scythian era Novozavedennoe III in Stavropol (preliminary data) / In: Bulletin of the All-Russian seminar stable isotopes in archaeological research: methodological problems and historical issues. Materials of the VI session. In M.V. Dobrovolskaya ed. Moscow: IA RAS, 2024, pp. 37–45. (In Russ.). <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>

FAO. 2024. Unleashing the potential of millets — International Year of Millets 2023. Background paper. Rome. (In Russ.). <https://doi.org/10.4060/cc7484ru>.

Fliaksberger K.A. Wheat / V. I. Lenin Academy of Agricultural Sciences. All-Union Institute of Plant Breeding of the NKZ of the USSR; Issue 1. Moscow, Leningrad, Sel'khozgiz Publ., 1935, 260 p. (In Russ.).

Gorlova E.N., Krylovich O.A., Tiunov A.V., Khasanov B.F., Vasyukov D.D. et al. Stable-isotope analysis as a method of taxonomical identification of archaeozoological material. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2015, 43 (1), pp. 110–121. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2015.43.1.110-121>

Gupta A., Sood S., Agrawal P.K., Bhatt J.C. Floral biology and pollination system in small millets. *Eur J. Plant Sci. Biotechnol.*, 2011, 6, pp. 81–86.

Higham T., Warren R., Belinskij A., Härke H., Wood R. Radiocarbon dating, stable isotope analysis, and diet-derived offsets in 14C ages from the Klin-Yar Site, Russian North Caucasus. *Radiocarbon*, 2010, 52 (2), pp. 653–670. <https://doi.org/10.1017/S0033822200045689>

Hollund H.I., Higham T., Belinskij A., Korenevskij S. Investigation of palaeodiet in the North Caucasus (South Russia) Bronze Age using stable isotope analysis and AMS dating of human and animal bones. *J. of Archaeol. Sci.*, 2010, 37, pp. 2971–2983. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.08.009>

Iacumin P., Nikolaev V., Genoni L., Ramigni M., Ryskov Y.G. et al. Stable isotope analyses of mammal skeletal remains of Holocene age from European Russia: A way to trace dietary and environmental changes. *Geobios*, 2004, 37, pp. 37–47. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2003.05.001>

Lebedeva E.Yu. Archaeobotany and study of the Bronze Age agriculture in Eastern Europe. *OPUS: Interdisciplinary Studies in Archaeology*, 2005, 4, pp. 50–68. (In Russ.).

Lightfoot E., Šlaus M., Šikanjić, P.R., O'Connell T.C. Metals and millets: Bronze and Iron Age diet in inland and coastal Croatia seen through stable isotope analysis. *Archaeol. Anthropol. Sci.*, 2015, 7, pp. 375–386. <https://doi.org/10.1007/s12520-014-0194-3>

Makarewicz C.A., Tuross N. Foddering by Mongolian Pastoralists Is Recorded in the Stable Carbon ($\delta^{13}C$) and Nitrogen ($\delta^{15}N$) Isotopes of Caprine Dental Collagen. *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 862–870. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2005.10.016>

Martin L., Messenger E., Bedianashvili G., Rusishvili N., Lebedeva E.Yu. et al. The place of millet in food globalization during Late Prehistory as evidenced by new bioarchaeological data from the Caucasus. *Sci. Rep.*, 2021, 11, 13124. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92392-9>

Medvedev A.P. The experience of developing a regional system of chronology and periodization of monuments of forest-steppe Don region Early Iron Age. In: *Archaeology of the Central Chernozem region and adjacent territories: thesis*, 1999, pp. 17–21. (In Russ.)

Murphy E.M., Schulting R., Beer N., Chistov Y., Kasparov A. et al. Iron Age Pastoral Nomadism and Agriculture in the Eastern Eurasian Steppe: Implications from Dental Palaeopathology and Stable Carbon and Nitrogen Isotopes. *Journal of Archaeological Science*, 2013, 40 (5), pp. 2547–2560. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.09.038>

Nelyubov S.A., Volodin S.A., Dobrovolskaya M.V. Bioarchaeological aspects of studying multiple kurgan burials on the middle Don from the Scythian period. *Brief Communications of the Institute of Archaeology*, 2024a, 274, pp. 391–405. (In Russ.). <https://doi.org/10.25681/IARAS.0130-2620.274.391-405>

Nelyubov S.A., Dobrovolskaya M.V., Merkulov A.N. On the role of millet in the Don forest-steppe region population diet in the Bronze and Early Iron Age according to bioarchaeological studies. *Archeology, Ethnography and Anthropology of Eurasia*, 2024b, 4, pp. 160–170. (In Russ.). <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-12>

O'Connell T.C., Kneale C.J., Tasevska N., Kuhnle G.G.C. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study. *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 2012, 149, pp. 426–434. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22140>

Shaikhutdinov F.S., Serzhanov I.M., Zinnatullin D.H., Garaev R.I. Influence of nutrition background, sowing time and predecessors on growth and development and yield of wheat – emmer (polba) in Kama zone of the republic of Tatarstan. *Vestnik of Kazan state agrarian university*, 2018, 4, pp. 100–105. (In Russ.). https://doi.org/10.12737/article_5a84490c9e5418.58790037

Shoeninger M.J., DeNiro M.J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1984, 48, pp. 625–639.

Schoeninger M.J. Trophic level effects on $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios in bone collagen and strontium levels in bone mineral. *Journal of Human Evolution*, 1985, 14 (5), pp. 515–525.

Svirkina N.G., Pererva E.V., Alyamkin G.V., Slepchenko S.M. Did the Sarmatians eat fish? In: *Bulletin of the All-Russian seminar stable isotopes in archaeological research: methodological problems and historical issues*. Materials of the VI session. In M.V. Dobrovolskaya ed. Moscow: IA RAS, 2024, pp. 75–76. (In Russ.). <https://doi.org/10.25681/IARAS.2024.978-5-902633-13-6>

Svyatko S.V. Stable isotope analysis: Outline of methodology and a review of studies in Siberia and the Eurasian steppe. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2016, 44(2), pp. 47–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055>

Ventresca Miller A.R., Johnson J., Makhortyk S., Gerling C., Litvinova L., Andrukh S., et al. Re-evaluating Scythian lifeways: Isotopic analysis of diet and mobility in Iron Age Ukraine. *PLoS ONE*, 2021, 16 (3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245996>

Ventresca Miller A.R., Makarewicz C.A. Intensification in pastoralist cereal use coincides with the expansion of trans-regional networks in the Eurasian Steppe. *Sci. Rep.*, 2019, 9, 8363. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35758-w>

Zhang G., Hou X., Li S., Zhou Y., Richards M. Agriculturalization of the Nomad - Dominated Empires of the Northern Wei Dynasty in Pingcheng city (398 - 494AD): A stable isotopic study on animal and human bones from the Jinmaoyuan cemetery, China. *International Journal of Osteoarchaeology*, 2020, 31 (3). <https://doi.org/10.1002/oa.2923>

Zheludkov. A.S., Puzanova T.A., Kulichkov A.A., Vasiliev S.V., Borutskaya S.B. *Pre-Scythian Burials at the Volkhonskiye Vyselki Barrow on the Upper Don*. Stratum plus: Archaeology and Cultural Anthropology, 2024, 3, pp. 115–126. (In Russ.). <https://doi.org/10.55086/sp243115126>

Информация об авторах/ Information about the authors

Нелюбов Сергей Алексеевич, Лаборатория контекстуальной антропологии Института археологии Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация
ser.nelubov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1533-2409>

Nelyubov Sergey Alekseevich, Laboratory of Contextual Anthropology, Institute of Archaeology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation
ser.nelubov@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1533-2409>

Поступила в редакцию 27.06.2025.
Получена после доработки 30.09.2025.
Принята к публикации 30.09.2025.

Received 27.06.2025.
Revised 30.09.2025.
Accepted 30.09.2025.