УДК 611.01(575.3-25)+616-071.2+572.02/.5
DOI: 10.56871/RBR.2025.33.54.002

ПРОФИЛЬ СОМАТОТИПА У МОЛОДЫХ МУЖЧИН, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

© Валерий Олегович Еркудов[1], Лоджувар Мамадербековна Рустамова[2], Мухиддин Сафарович Табаров[2], Андрей Петрович Пуговкин[3]

[1] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация
[2] Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино. 34003, г. Душанбе, ул. Сино, д. 29–31, Республика Таджикистан
[3] Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет. 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, Российская Федерация

Контактная информация: Валерий Олегович Еркудов — к.м.н., доцент, доцент кафедры нормальной физиологии.
E-mail: verkudov@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7351-0405 SPIN: 5155-2173

Для цитирования: Еркудов В.О., Рустамова Л.М., Табаров М.С., Пуговкин А.П. Профиль соматотипа у молодых мужчин, проживающих в различных регионах Республики Таджикистан. Российские биомедицинские исследования. 2025;10(1):16–30. DOI: https://doi.org/10.56871/RBR.2025.33.54.002

Поступила: 14.01.2025 **Одобрена: 28.02.2025** **Принята к печати: 09.04.2025**

Резюме. ***Введение.*** Определение типа телосложения открывает возможность создания подходов к персонифицированному мониторингу состояния здоровья различных групп населения. ***Цель работы*** — провести сравнительный анализ и определить распространенность экзо-, мезо- и эндоморфных соматотипов у жителей регионов Таджикистана с различными условиями окружающей среды. ***Материалы и методы.*** В исследовании приняли участие 701 мужчина-доброволец в возрасте от 19 до 22 лет, 400 субъектов проживали в г. Душанбе, 301 студент — в Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО). Для определения соматотипа по методу Хит–Картер всем добровольцам измеряли длину и массу тела, ширину колена и локтя, окружность плеча и голени и кожно-жировые складки на плече, спине, животе, голени. На основании этих антропометрических параметров производили расчет экто-, мезо- и эндоморфного компонента соматотипа, используя общеизвестную формулу. Для сравнения полученных данных использовали U-критерий Манна–Уитни и тест χ^2 Пирсона. ***Результаты.*** Молодые мужчины, с рождения проживающие в г. Душанбе, превосходят своих сверстников из ГБАО, имеют бóльшую длину и массу тела, массивность костей, определяемую по ширине крупных суставов, толщину кожно-жировой складки. У 72% жителей столицы имел место высокий вклад эндоморфного и низкий — мезо- (4%) и эктоморфного (2%) компонентов соматотипа. Субъекты из ГБАО отличались высоким вкладом мезо- (36%), экто- (15%) и эндоморфного (16%) типов телосложения. У 35% добровольцев из Душанбе и всего у 2% испытуемых из ГБАО определен избыток массы тела. Дефицит массы тела выявлен всего у 11% добровольцев из Душанбе и у 61% испытуемых из ГБАО. ***Выводы.*** Антропометрический профиль и конституциональное разнообразие молодых мужчин — жителей Республики Таджикистан зависит от региона их постоянного проживания и условий окружающей среды.

Ключевые слова: антропометрический профиль, соматотип, Хит–Картер, Таджикистан, Душанбе, Горно-Бадахшанская автономная область

DOI: 10.56871/RBR.2025.33.54.002

SOMATOTYPE PROFILE OF YOUNG MEN LIVING IN DIFFERENT REGIONS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

© Valerii O. Erkudov[1], Lojuvar M. Rustamova[2], Muhiddin S. Tabarov[2], Andrey P. Pugovkin[3]

[1] Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation
[2] Avicenna Tajik State Medical University. 29–31 Sino str., Dushanbe 34003 Republic of Tajikistan
[3] Saint Petersburg Electrotechnical University. 5 Professor Popov str., Saint Petersburg 197022 Russian Federation

Contact information: Valery O. Erkudov — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Normal Physiology. E-mail: verkudov@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7351-0405 SPIN: 5155-2173

For citation: Erkudov VO, Rustamova LM, Tabarov MS, Pugovkin AP. Somatotype profile of young men living in different regions of the Republic of Tajikistan. Russian Biomedical Research. 2025;10(1):16–30. DOI: https://doi.org/10.56871/RBR.2025.33.54.002

Received: 14.01.2025 **Revised: 28.02.2025** **Accepted: 09.04.2025**

Abstract. ***Introduction.*** Determination of somatotype opens up the possibility of creating approaches to personalized monitoring of health status of various population groups. The aim of this work is a comparative analysis and determination of prevalence of ecto-, meso- and endomorphic somatotypes in residents of regions of Tajikistan with different environmental conditions. ***Materials and methods.*** The study involved 701 male volunteers aged 19 to 22 years, 400 subjects lived in Dushanbe, 301 students — in Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast (GBAO). Somatotyping was carried out using the Heath–Carter method. All volunteers were determined by body length and weight, knee and elbow breadth, shoulder and calf circumference, triceps, subscapular, suprailiac, calf skinfolds were measured. Based on the measured anthropometric parameters, the ecto-, meso- and endomorphic components of the somatotype were calculated using a Heath–Carter formula. The obtained data were compared using the Mann–Whitney U-test and the Pearson χ^2 test. ***Results.*** Young men who have lived in Dushanbe since birth surpass their peers from GBAO in having greater body length and weight, massive bones determined by the breadth of large joints, and the thickness of the skinfat folds. 72% of the capital's residents had a high contribution of endomorphic and a low contribution of meso- (4%) and ectomorphic (2%) components of the somatotype. Subjects from GBAO were distinguished by a high contribution of meso- (36%), ectomorphic (15%), and endomorphic (16%) body types. Overweight was determined in 35% of volunteers from Dushanbe and only 2% of subjects from GBAO. Underweight was detected in only 11% of volunteers from Dushanbe and 61% of subjects from GBAO. ***Conclusions.*** The anthropometric profile and constitutional diversity of young male residents of the Republic of Tajikistan depends on the region of their permanent residence and environmental conditions.

Keywords: anthropometric profile, somatotype, Heath–Carter, Tajikistan, Dushanbe, Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast

ВВЕДЕНИЕ

Тип телосложения — устойчивый антропометрический показатель у взрослых, связанный с мышечной силой и выносливостью [1–4], двигательными навыками [5, 6], спортивными результатами [7, 8] как у спортсменов различных специализаций, так и неспортивных субъектов. Определение соматотипов также используется в комплексной оценке антропометрических особенностей, их связи с моторными навыками и мышечной производительностью у детей [9, 10]. Принадлежность кандидата к «доминирующему» в данном виде спорта соматотипу увеличивает шанс быть отобранным в элитные команды [4, 11]. Тип телосложения может являться предиктором как недостатка веса [12, 13], так и ожирения [14–19], а также исхода некоторых заболеваний [20–23]. Кроме того, он может быть связан с некоторыми морфофункциональными особенностями организма, к примеру, с размерами внутренних органов [12, 15], клеточным составом крови [24–26], вегетативным статусом [27, 28]. Сведения о конституциональных особенностях пациентов помогают в реализации подходов к организации правильного питания [29] и назначения программ адаптивной физической культуры [30].

Исходя из сказанного, включение методик соматотипирования в непосредственное обследование здоровых спортсменов, детей и взрослых, а также больных открывает возможность реализации подходов к персонифицированному мониторингу их здоровья. В научной печати задокументированы популяционные исследования по определению распространенности соматотипов у российской [15, 31–33], польской [34], португальской [35], китайской [18, 36], корейской [37], японской [19], чилийской [38] когорт. В то же время наблюдается недостаток исследований с привлечением испытуемых из Центральной Азии. Имеется ограниченный объем публикаций с описанием конституциональных особенностей жителей Узбекистана [39–41], Казахстана [42], Киргизии [43, 44] и Таджикистана [45–47].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель статьи — провести сравнительный анализ и определить распространенность экзо-, мезо- и эндоморфных соматотипов, определенных по методу Хит–Картер у жителей двух регионов Таджикистана с различными условиями среды: г. Душанбе и Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО). Эта работа необходима для расширения представлений о конституциональных особенностях жителей Центральной Азии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 701 здоровый мужчина-доброволец в возрасте от 19 до 22 лет, студенты Таджикского

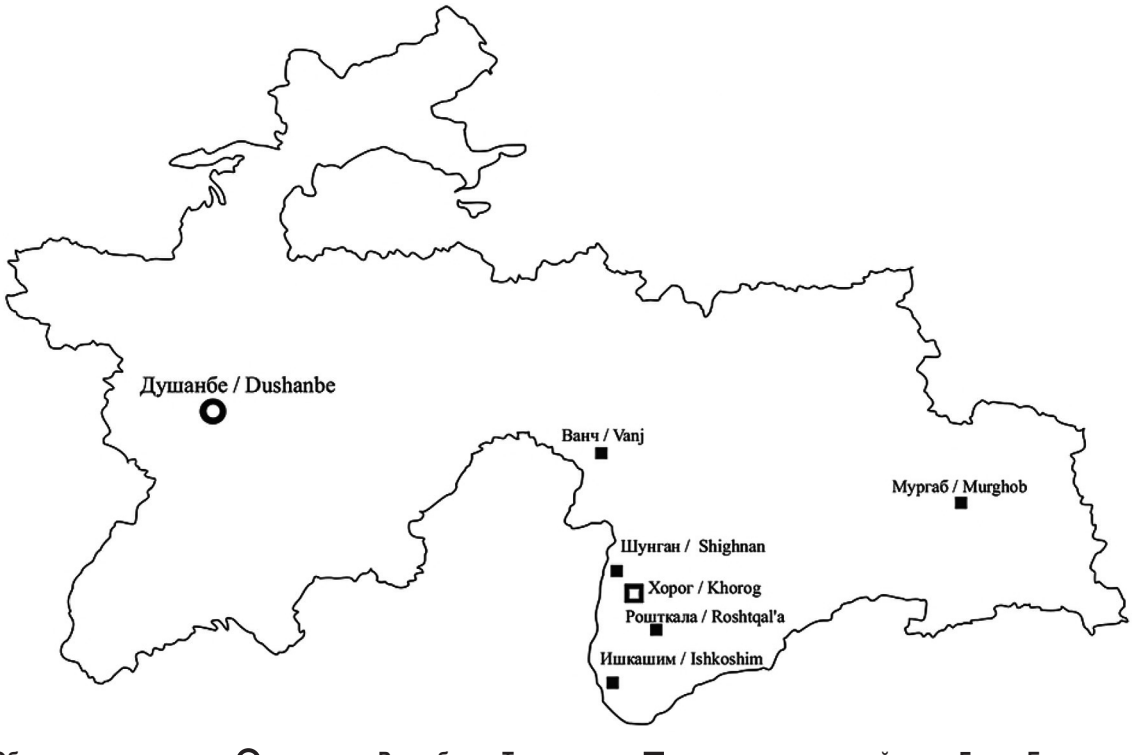


Рис. 1. Область исследования. ○ — столица Республики Таджикистан; □ — административный центр Горно-Бадахшанской автономной области; ■ — населенные пункты Горно-Бадахшанской автономной области

Fig. 1. Study area. ○ — capital of the Republic of Tajikistan; □ — administrative center of Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast; ■ — settlements of Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast

государственного медицинского университета имени Абуали ибни Сино. Из них 400 субъектов с рождения проживали в г. Душанбе, столице республики, и 301 студент — в Горно-Бадахшанской автономной области (ГБАО): поселки Ванч, Ишкашим, Рошткала, Шугнан, Мургаб, город Хорог (рис. 1). Для определения соматотипа по методу Хит–Картер всем испытуемым производили измерение верхушечной длины тела (ДТ) с применением медицинского ростомера МР-01/С (Московский весовой завод «МИДЛ»), массы тела (МТ) с использованием весов медицинских ВМЭН-150-50/100-И-Д1-А (АО «Тулиновский приборостроительный завод «ТВЕС»). Измеряли также ширину колена (ШК) и ширину локтя (ШЛ), используя скользящий циркуль («КАФА», Россия). Неэластичную эргономичную рулетку (SECA 203, Германия) применяли для измерения окружности плеча (ОкрП) и голени (ОкрГ) с точностью до 0,01 см. Толщину кожно-жировых складок (КЖС) измеряли с помощью профессионального калипера ET MEASURE модель SK-101 (Китай), с пружиной, откалиброванной для создания одинакового давления (0,01 кг/мм^2) по обе стороны складки, точность измерения составляла 0,2 мм. КЖС измеряли в четырех местах: на задней поверхности плеча в области трицепса (КЖС трицепс), на спине в области лопатки (КЖС спина), на животе над гребнем подвздошной кости (КЖС надостная) и на задней поверхности голени (КЖС голени). Все антропометрические измерения производили согласно современным рекомендациям [48].

В 1960 году Барбара Хит и Линдси Картер предложили подход, основанный на серии уравнений, требующих указанных выше измерений антропометрических параметров, который позволяет рассчитать степень выраженности эктоморфного (ЭКТО (1)), мезоморфного (МЕЗО (2)) и эндоморфного (ЭНДО (3)) компонентов в соматотипе конкретного субъекта [49].

$$\text{ЭКТО (ДТ/МТ, соотношение длины и массы тела)} = \frac{\text{ДТ, см}}{\sqrt[3]{\text{МТ, кг}}}; \quad (1)$$

Если ДТ/МТ ≥40,75, значит ЭКТО = 0,732 · ДТ/МТ – 28,58.

Если ДТ/МТ от 38,25 до 40,75, значит ЭКТО = 0,463 · ДТ/МТ – 17,63.

Если ДТ/МТ ≤38,25, значит ЭКТО = 0,5.

$$\text{МЕЗО} = (0{,}858 \cdot \text{ШЛ, см} + 0{,}601 \cdot \text{ШК, см} + 0{,}188 \cdot (\text{ОкрП, см} - \frac{\text{КЖС плечо, мм}}{10}) + 0{,}161 \cdot (\text{ОкрГ, см} - \frac{\text{КЖС голени, мм}}{10}) - (0{,}131 \cdot \text{ДТ, см}) + 4{,}5; \quad (2)$$

$$\text{ЭНДО} = -0{,}7182 + 0{,}1451 \cdot X - 0{,}00068 \cdot X^2 + 0{,}0000014 \cdot X^3. \quad (3)$$

$$X = (\text{КЖС плечо, мм} + \text{КЖС спина, мм} + \text{КЖС надостная, мм}) \cdot (\frac{170{,}18}{\text{ДТ, см}})$$

Оценка вклада каждого компонента производилась с учетом рекомендаций, опубликованных J.E.L. Carter, B.H. Heath [49]. Значение ЭКТО, МЕЗО и ЭНДО от 0,5 до 2,5 расценивалось как низкий вклад; от 2,6 до 5,5 — как умеренный, от 5,6 до 7 — как высокий, 7,1 и выше — как очень высокий вклад.

Индекс массы тела рассчитывали по формуле Кетле (4). Отклонения массы тела оценивали с учетом рекомендации Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 1995 года для азиатской когорты испытуемых [50]: ИМТ <18,5 — дефицит массы тела; ИМТ от 18,6 до 22,9 — нормальная масса тела; ИМТ от 23,0 до 27,4 — избыточная масса тела; >27,5 — ожирение.

$$\text{ИМТ} = \frac{\text{МТ, кг}}{\text{ДТ}^2\text{, м}}. \quad (4)$$

Сравнение антропометрических параметров и количественного вклада экто-, мезо- и эндоморфии у жителей г. Душанбе и ГБАО проводили U-критерием Манна–Уитни. Решение об использовании непараметрического теста было принято после проверки данных с применением критерия Шапиро–Уилка, который указал на отклонение от нормального распределения. Категориальные переменные, численное отношение распределения вклада различных компонентов соматотипов и отклонений массы тела анализировались с применением теста χ^2 Пирсона для таблиц сопряжения признаков 4×2.

Расчеты проводились с использованием программного обеспечения для статистической обработки данных Past версии 2.17, Норвегия, Осло (2012), алгоритма статистической обработки данных StatXact-8 с пакетом программного обеспечения Cytel Studio версии 8.0.0. Результаты считались значимыми при p <0,05. Все непрерывные данные представлены в виде среднего арифметического и 95% доверительных интервалов (ДИ). Категориальные данные представлены в виде долей с 95% ДИ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как показано в таблице 1, у жителей г. Душанбе по сравнению с их сверстниками из ГБАО обнаружены статистически значимо бóльшие значения длины и массы тела, ширины крупных суставов, размеров всех кожно-жировых сладок и эндоморфии в сочетании с меньшими значениями мезо- и эктоморфии. Значения окружности голени и плеча не имели статистической значимости (табл. 1).

Анализ данных показал, что распределение вкладов экто-, мезо- и эндоморфии разной степени (низкий, умеренный, высокий, очень высокий) неоднородно и статистически значимо отличаются у добровольцев из г. Душанбе и ГБАО (табл. 2, рис. 2). Следовательно, степень экто-, мезо- и эндоморфизации зависит от региона проживания.

Распределение отклонений массы тела, определяемых по ИМТ, неоднородно и статистически значимо отличается у юношей, проживающих в г. Душанбе и ГБАО (табл. 3). Таким образом, наличие дефицита массы тела, нормальной или избыточной массы тела, а также ожирения зависит от региона проживания.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Насколько нам известно, это первое исследование, где произведено сравнение конституциональных и антропометрических

Таблица 1

Сопоставление антропометрических параметров и вклада экто-, эндо- и мезоморфного компонента соматотипа у молодых мужчин, проживающих в различных регионах Республики Таджикистан

Table 1

Comparison of anthropometric parameters and ecto-, endo- and mesomorphic somatotype components contributions in young men living in different regions of the Republic of Tajikistan

Параметр / Parameter	Душанбе / Dushanbe	ГБАО / GBAO	p-значения / p-value
Длина тела, см / Height, cm	171,18 (170,32; 172,04)	156,45 (155,31; 157,60)	$1{,}19\times10^{-61}$
Масса тела, кг / Body mass, kg	64,88 (63,75; 65,97)	44,23 (43,45; 45,02)	$1{,}87\times10^{-94}$
Индекс массы тела, кг/м^2 / Body mass index, kg/m^2	22,08 (21,76; 22,39)	18,04 (17,80; 18,28)	$1{,}47\times10^{-61}$
Ширина колена, см / Knee breadth, cm	6,38 (6,32; 6,45)	7,04 (6,91; 7,16)	$3{,}27\times10^{-15}$
Ширина локтя, см / Elbow breadth, cm	5,44 (5,40; 5,48)	5,74 (5,67; 5,82)	$1{,}10\times10^{-8}$
Окружность голени, см / Calf circumference, cm	36,88 (36,46; 37,30)	37,16 (36,67; 37,66)	0,409
Окружность плеча, см / Upper arm circumference, cm	32,40 (31,94; 32,87)	31,92 (31,40; 32,44)	0,1868
Кожно-жировая складка плечо, см / Upper arm skinfold, cm	3,09 (2,99; 3,18)	1,28 (1,23; 1,33)	$3{,}49\times10^{-99}$
Кожно-жировая складка под лопаткой, см / Subscapular skinfold, cm	2,55 (2,44; 2,69)	1,72 (1,66; 1,78)	$1{,}71\times10^{-19}$
Кожно-жировая складка голени, см / Calf skinfold, cm	0,67 (0,65; 0,68)	0,16 (0,16; 0,16)	$5{,}54\times10^{-114}$
Кожно-жировая складка надостная, см / Suprailiac skinfold, cm	1,87 (1,76; 1,98)	1,41 (1,35; 1,47)	$1{,}51\times10^{-6}$
Эктоморфия, усл. ед. / Ectomorphy, conv. units	2,76 (2,61; 2,91)	3,91 (3,74; 4,08)	$7{,}64\times10^{-19}$
Мезоморфия, усл. ед / Mesomorphy, conv. units	1,92 (1,75; 2,10)	4,88 (4,64; 5,11)	$1{,}86\times10^{-58}$
Эндоморфия, усл. ед / Endomorphy, conv. units	6,69 (6,51; 6,85)	4,42 (4,31; 4,54)	$3{,}06\times10^{-60}$

Таблица 2

Распределение вкладов различных компонентов соматотипов у молодых мужчин, проживающих в г. Душанбе и Горно-Бадахшанской автономной области

Table 2

Prevalence of various components of somatotypes contributions in young men living in Dushanbe and Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast

Вклад / Contribution	Душанбе / Dushanbe	ГБАО / GBAO
Эктоморфия / Ectomorphy*		
Низкий / Low	0,42 (0,36; 0,48)	0,23 (0,17; 0,29)
Умеренный / Moderate	0,56 (0,50; 0,62)	0,62 (0,55; 0,69)
Высокий / High	0,02 (0,01; 0,04)	0,14 (0,10; 0,20)
Очень высокий / Very high	0 (0; 0,01)	0,01 (0,002; 0,03)
Мезоморфия / Mesomorphy**		
Низкий / Low	0,65 (0,59; 0,71)	0,13 (0,09; 0,18)
Умеренный / Moderate	0,32 (0,26; 0,38)	0,52 (0,44; 0,59)
Высокий / High	0,03 (0,01; 0,05)	0,23 (0,17; 0,29)
Очень высокий / Very high	0,01 (0,0004; 0,02)	0,13 (0,09; 0,18)
Эндоморфия / Endomorphy***		
Низкий / Low	0 (0; 0,01)	0,01 (0,002; 0,03)
Умеренный / Moderate	0,29 (0,23; 0,35)	0,83 (0,77; 0,88)
Высокий / High	0,31 (0,25; 0,37)	0,15 (0,10; 0,21)
Очень высокий / Very high	0,41 (0,34; 0,47)	0,01 (0,001; 0,03)

Примечание: / Note: *$p=3{,}69\times10^{-55}$; **$p=1{,}13\times10^{-53}$; ***$p=2{,}76\times10^{-14}$.

Таблица 3

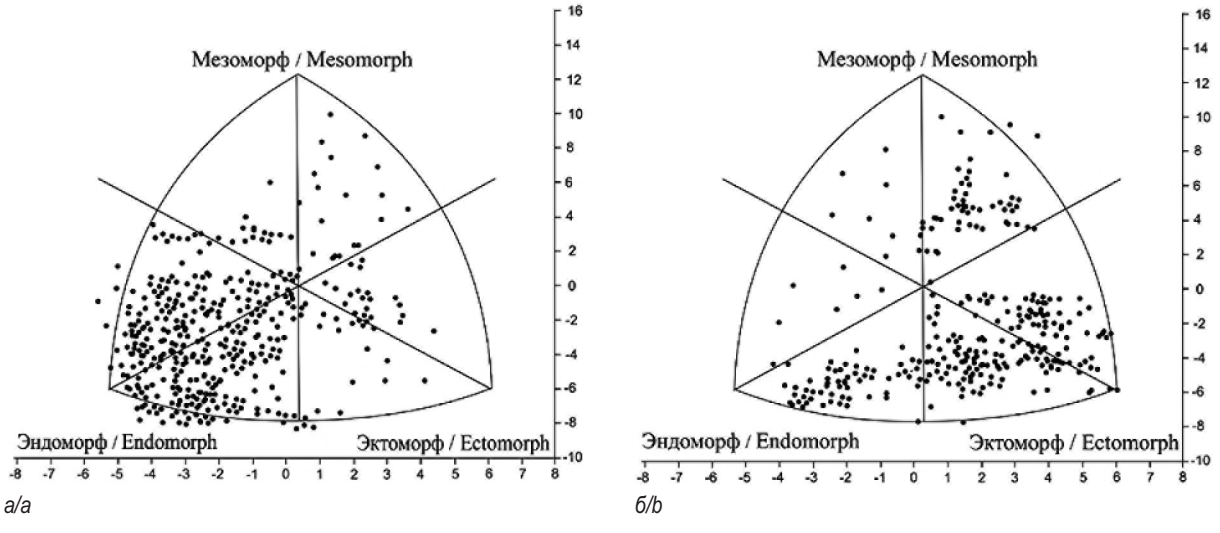
Распределение отклонений массы тела у молодых мужчин, проживающих в г. Душанбе и Горно-Бадахшанской автономной области

Table 3

Distribution of body weight deviations in young men living in Dushanbe and Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast

Вклад / Contribution	Душанбе / Dushanbe	ГБАО / GBAO
Дефицит массы тела / Underweight	0,11 (0,07; 0,15)	0,61 (0,54; 0,68)
Нормальная масса тела / Normal body weight	0,55 (0,48; 0,61)	0,37 (0,30; 0,44)
Избыточная масса тела / Overweight	0,28 (0,22; 0,34)	0,02 (0,01; 0,05)
Ожирение / Obesity	0,07 (0,04; 0,10)	0,00 (0,00; 0,02)

Примечание: */* ***Note:*** $p=1{,}607\times10^{-9}$.



а/a *б/b*

Рис. 2. Распределение профиля соматотипов у молодых мужчин, проживающих в г. Душанбе (*а*) и Горно-Бадахшанской автономной области (*б*)

Fig. 2. Distribution of somatotype profiles in young men living in Dushanbe (*a*) and Gorno-Badakhshan Autonomous Oblast (*b*)

особенностей у молодых мужчин, проживающих в г. Душанбе и ГБАО. Другие работы с похожей задачей выполнены с участием детей, молодых женщин и не учитывали территориальное распределение испытуемых [45, 47, 51]. Субъекты из г. Душанбе превосходили своих сверстников из ГБАО практически по всем антропометрическим параметрам: они высокорослые, тяжелые с большим количеством подкожного жира и высокой массивностью костей (табл. 1). Также 72% жителей столицы демонстрируют высокий и очень высокий вклад эндоморфного компонента соматотипа (табл. 2, рис. 2). У 35% из них выявлен избыток массы тела и ожирения (табл. 3). В то же время субъекты из ГБАО отличались высоким и очень высоким вкладом мезоморфного (36%) компонента соматотипа в сочетании с дефицитом массы тела у 61% испытуемых. Для жителей г. Душанбе эти показатели регистрировались на уровне 4, 2 и 11% соответственно (табл. 2, 3, рис. 2). Высокий и очень высокий вклад экто- и эндоморфного соматотипа среди жителей ГБАО был примерно равнозначен — 15 и 16% соответственно.

В недавних работах при обследовании более 1000 субъектов разного пола и возраста установлено, что распространенность избыточной массы тела и ожирения среди жителей столицы Таджикистана составляет 20–25% [52, 53]. Это в целом соответствует полученной 35% распространенности данных нарушений в нашей работе и результатам других исследований с участием взрослых [54] и детей [55].

Отмечается, что основной причиной роста метаболических нарушений является формирование у населения неправильных пищевых стереотипов и двигательного поведения [51]. Недавние опросы показали возрастание общего объема потребляемой пищи в сочетании со снижением двигательной активности у городских жителей Таджикистана [51, 53, 54]. Более 95% опрошенных регулярно употребляли мучные изделия, до 30% респондентов указали предпочтение к фастфуду и регулярному его употреблению 1–2 раза в неделю [51, 53], при этом 63% респондентов не использовали в пищу достаточное количество овощей и фруктов [56]. Из более 1000 опрошенных только 8% заявили о регулярном занятии физическими упражнениями [51]. Предполагается также высокая роль лептинорезистентности [57] и инсулинорезистентности [58, 59] в развитии метаболических нарушений

у жителей Таджикистана. Несмотря на врожденную детерминированность типов телосложения [60], факторы окружающей среды и образ жизни могут влиять на выраженность того или иного компонента соматотипа [40, 61]. К примеру, эндоморфия показывает сильную положительную корреляцию с толщиной кожно-жировых складок [62]. Таким образом, эндоморфизация телосложения у жителей Душанбе может быть объяснена распространенностью избыточной массы тела, что также показано в данной работе. Душанбе является крупнейшим городом, столицей Таджикистана с распространенной сетью заведений общественного питания, предоставляющих высококалорийное питание с быстрым обслуживанием и развитой сетью общественного транспорта, исключающей необходимость пешеходного передвижения на длинные дистанции [63]. ГБАО, напротив, является сельским регионом, экономика домохозяйств которого держится на исключительно аграрном секторе, что вынуждает более 70% его жителей ежедневно трудиться на собственных участках, расходуя большое количество энергии [53]. В этом регионе не распространены заведения фастфуда, социоэкономические условия проживания населения также невысокие [63]. В данной работе выявлен дефицит массы тела у 60% обследованных молодых мужчин из ГБАО. Таким образом, мы предполагаем, что трудоемкий физический труд в сочетании с отрицательным энергетическим балансом у большинства жителей ГБАО может являться причиной увеличения экто- и мезоморфного компонента телосложения (табл. 2, рис. 2). Необходимо отметить, что полученные результаты частично противоречат данным литературы, где сообщается что распространенность избыточной массы тела у жителей ГБАО высока. По нашим данным, всего 2% добровольцев из ГБАО имели избыток массы тела (табл. 3), и при этом 16% имели эндоморфный соматотип (табл. 2). Это, вероятнее всего, возможно объяснить широким диапазоном возраста обследованных и ограниченной областью наблюдений [56]. Наши результаты частично совпадают с данными, опубликованными по результатам исследований, проведенных в 2000–2008 годах с участием новорожденных детей из ГБАО [64]. Следует подчеркнуть, что возраст участников данного исследования предполагает их рождение в 2000–2002 годах.

В статье производилось сравнение антропометрических параметров у жителей равнинной местности из города Душанбе (706 м над уровнем моря) и добровольцев, с рождения проживающих в условиях высоты, — поселков городского типа Ванч (1722 м над уровнем моря), Рошткала (2696 м над уровнем моря), Ишкашим (3037 м над уровнем моря), Шугнан (2287 м над уровнем моря), Мургаб (3618 м над уровнем моря), города Хорог (2123 м), находящихся в ГБАО. Многочисленные исследования документируют влияние высотных условий проживания на физическое развитие взрослых и детей. Andrade и соавт. (2023) сообщили о доминирующем мезоморфном типе телосложения у детей препубертатного возраста, проживающих в высокогорных районах Аргентины [65], что согласуется с результатами обследования жителей ГБАО в данной работе. Обсервационные исследования, выполненные с участием Непальской [66], Эфиопской [67], Тибетской [68], Шри-Ланкийской [69], Перуанской [70, 71], Колумбийской [72, 78], Индийской [36] когорты, выявили дефицит линейного роста у детей, проживающих в условиях высокогорья. В нашем исследовании жители высокогорных районов также отставали от своих сверстников из г. Душанбе по показателю верхушечной длины тела (табл. 1). Некоторые авторы полагают, что внутриутробная гипоксия может стать причиной задержки роста плода и новорожденных из высокогорных регионов [73]. Антропометрический дефицит и малый размер легких [74], а также генетический полиморфизм регуляторов клеточного цикла и сигнальных молекул, участвующих в трансдукции ключевого механизма удлинения костей [75] — инсулиноподобного фактора роста 1 [76], вероятно, являются механизмами ограничения скорости «догоняющего» роста во время пубертатного спурта [72, 77] у детей с низкорослостью вследствие влияния высокогорья. По мнению J.I. Martínez и соавт. (2021), материнская низкорослость, вызванная высокогорьем и гипоксией, может передаваться следующим поколениям [78]. Необходимо также отметить, что с эктоморфией положительно связан полиморфизм гена адренорецептора *ADRB3* rs4994 генотип Trp64Arg [79], гена альфа-актинина-3 *ACTN3* RX [80], нейротрофического фактора мозга *BDNF* вариант rs925946, нейрексина-3-альфа *NRXN3* вариант rs10146997, гена, ассоциированного с ожирением *FTO* вариант rs9939609 и гена протеинкиназы *MAP2K5* rs4776970 [17]; с мезоморфией связаны *NRXN3* вариант rs10146997, *FTO* вариант rs9939609 [17]; с эндоморфией — *ADRB3* rs4994 генотип Trp64Trp [79], полиморфизм *KLF14* [81], BDNF вариант rs925946, *NRXN3* вариант rs10146997 [17]. Выявление генетического детерминирования формы тела и его влияния на моторные функции и выносливость у жителей ГБАО могут стать предметом будущих исследований.

Выявленная в статье высокая распространенность дефицита массы тела в сочетании с мезо- и эктоморфией у жителей высотных районов Таджикистана также соответствует литературным данным. Несколько независимых исследований подтвердили снижение риска избытка массы тела и ожирения у жителей горных районов Непала [81], Тибета [82] и США [83].

Сильными сторонами данной работы является попытка создания прогностической модели персонифицированного подхода к мониторингу состояния здоровья жителей Республики Таджикистан в связи с территорией их проживания и особенностями окружающей среды. Так, эндоморфный соматотип, выявленный у мужчин из г. Душанбе, в случае несоблюдения ими принципов здорового питания и образа жизни может быть предиктором метаболических нарушений и ассоциированных с этим функциональных нарушений. У больных из Таджикистана, страдающих ожирением, выявлен высокий уровень окислительного стресса [84], инсулинорезистентность [58, 59], нарушение работы щитовидной железы [85].

Экто- и мезоморфизация телосложения, обнаруженная у жителей горных районов республики, может объяснить раз-

витие дефицита массы тела при неправильном питании и нарушении работы желудочно-кишечного тракта. Недоедание и задержка роста является фактором риска развития когнитивных нарушений [86, 87], снижения моторных функций [88], дефицита микроэлементов [89], повышенной восприимчивости к инфекционным заболеваниями из-за снижения иммунитета [90, 91]. Однако в литературе не сообщается о распространении заболеваний, связанных с задержкой роста и низким весом у жителей ГБАО. На этом основании можно предположить, что у молодых мужчин имеет место компенсированная форма дефицита массы тела. Распространение мезо- и эктомофного типа телосложения имеет «положительную» строну. Как говорилось ранее, именно эти варианты соматотипа положительно связаны с развитием двигательных навыков и выносливости у спортсменов [9, 10, 92, 93]. Таким образом, здоровые мужчины-спортсмены из ГБАО могут получить биологическое преимущество для достижения максимальной эффективности спортивных тренировок и вероятности отбора в профессиональные команды [4, 11, 94].

Описанные закономерности являются результатом реализации пилотного проекта, поэтому это исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, работа не предполагала определения функциональных, гематологических, генетических, биохимических особенностей жителей Таджикистана и их корреляции с соматотипом. Во-вторых, эти результаты требуют воспроизводимости в других группах сравнения (женщины, дети). В-третьих, необходимо обследовать выборку из других районов, сфокусировавшись на влиянии факторов среды, высокогорья, проживания в сельских и городских регионах Таджикистана на антропометрические особенности жителей республики.

ВЫВОДЫ

1. Антропометрический профиль и конституциональное разнообразие молодых мужчин — жителей Республики Таджикистан зависят от региона их постоянного проживания.

2. Город Душанбе, столица республики, характеризуется высокой урбанизацией, которая привела к созданию условий, повлиявших на уровень двигательной активности и питание молодежи. Субъекты из г. Душанбе отличаются высокорослостью, высокой толщиной подкожного жира, массивными костями, эндоморфизацией телосложения, а также распространением избытка массы тела и ожирения.

3. Их сверстники из ГБАО, региона с аграрной экономикой домохозяйств, требующей энергозатратного ручного труда, характеризовались антропометрическим дефицитом линейного роста, веса, массы костей, толщины подкожного жира в сочетании с преимущественной мезоморфностью соматотипа и высокой распространенностью дефицита питания.

Полученные результаты открывают возможность внедрения элементов персонифицированного подхода к мониторингу здоровья жителей Таджикистана, выраженного в создании прогностических моделей нарушения нутритивного статуса и связанных с ним патологий. Они также могут быть полезны для реализации программ спортивного отбора, основанных на анализе физического развития.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Buśko K., Pastuszak A., Lipińska M., Lipińska M., Gryko K. Somatotype variables related to strength and power output in male basketball players. Acta Bioeng Biomech. 2017;19(2):161–167.
2. Ryan-Stewart H., Faulkner J., Jobson S. The influence of somatotype on anaerobic performance. PLoS One. 2018;13(5):e0197761.
3. Sterkowicz-Przybycień K., Sterkowicz S., Biskup L., Żarów R., Kryst Ł., Ozimek M. Somatotype, body composition, and physical fitness in artistic gymnasts depending on age and preferred event. PLoS One. 2019;14(2):e0211533.
4. Terzi E., Kalkavan A. To what extent do somatotype structures affect athletic performance in professional athletes? J Sports Med Phys Fitness. 2024;64(7):650–660.
5. Cinarli F.S., Buyukcelebi H., Esen O., Barasinska M., Cepicka L., Gabrys T., Nalbant U., Karayigit R. Does Dominant Somatotype Differentiate Performance of Jumping and Sprinting Variables in Young Healthy Adults? Int J Environ Res Public Health. 2022;19(19):11873.

6. González Macías M.E., Flores J. Somatotype, anthropometric characteristics, body composition, and global flexibility range in artistic gymnasts and sport hoop athletes. PLoS One. 2024;19(10):e0312555.
7. Cárdenas-Fernández V., Chinchilla-Minguet J.L., Castillo-Rodríguez A. Somatotype and Body Composition in Young Soccer Players According to the Playing Position and Sport Success. J Strength Cond Res. 2019;33(7):1904–1911.
8. Pezelj L., Milavić B., Milić M. Anthropometric and Somatotype Profile of Elite Finn Class Sailors. J Funct Morphol Kinesiol. 2024;9(3):121.
9. Ciftci R., Kurtoglu A. Examination of the Effect of Somatotype Profiles on Athletic Performance Indicators in Children Aged 48-72 Months. Cureus. 2023;15(9):e45430.
10. Kubo A., Murata S., Abiko T., Tanaka S. The relationship between children's somatotypes, motor examination results, and motor skills: assessing 6- to 10-year-olds. J Phys Ther Sci. 2022;34(7):492–496.
11. Peña-González I., Fernández-Fernández J., Moya-Ramón M., Cervelló E. Relative Age Effect, Biological Maturation, and Coaches' Efficacy Expectations in Young Male Soccer Players. Res Q Exerc Sport. 2018;89(3):373–379.
12. Еркудов В.О., Пуговкин А.П., Волков А.Я. и др. Гендерные различия размеров внутренних органов у 17-летних подростков с различными соматотипами. Педиатр. 2017;5(8):67–73.
13. Еркудов В.О., Скрипченко Н.В., Заславский Д.В. и др. Значение конституциональных факторов в развитии дефицита и избытка массы тела у подростков. Вопросы практической педиатрии. 2019;14(4):21–29.
14. Еркудов В.О., Пуговкин А.П., Волков А.Я. и др. Роль конституции человека в формировании дефицита и избытка массы тела у детей различного возраста. Педиатр. 2020;1(2):33–42.
15. Еркудов В.О., Пуговкин А.П., Волков А.Я. и др. Конституциональное разнообразие размеров внутренних органов у подростков. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2019;2(64):94–99.
16. Galić B.S., Pavlica T., Udicki M., Stokić E., Mikalački M., Korovljev D., Čokorilo N., Drvendžija Z., Adamović D. Somatotype characteristics of normal-weight and obese women among different metabolic subtypes. Arch Endocrinol Metab. 2016;60(1):60–65.
17. Ibáñez-Zamacona M.E., Poveda A., Rebato E. Contribution of obesity associated genetic variants to anthropometric somatotype components. Anthropol Anz. 2019;76(2):101–111.
18. Liu X., Li W., Wen Y., Xu G., Zhou G., Qu Q., Hu Y., Saitierding Y., Mohetaer M., Buerlan Y., Zhong X., Xi H. Obesity and Heath-Carter Somatotyping of 3438 Adults in the Xinjiang Uygur Autonomous Region of China by Multivariate Analysis. Diabetes Metab Syndr Obes. 2021;14:659–670.
19. Yasuda T. Anthropometric, body composition, and somatotype characteristics of Japanese young women: Implications for normal-weight obesity syndrome and sarcopenia diagnosis criteria. Interv Med Appl Sci. 2019;11(2):117–121.
20. Browning D.J., Lee C. Somatotype, the risk of hydroxychloroquine retinopathy, and safe daily dosing guidelines. Clin Ophthalmol. 2018;12:811–818.
21. Çiftçi R. Evaluation of the effects of somatotype profiles on pain, proprioception, isokinetic muscle strength and kinesiophobia in patients with meniscopathy. J Back Musculoskelet Rehabil. 2023;36(6):1461–1468.
22. Divo M.J., Marin Oto M., Casanova Macario C., Cabrera Lopez C., de-Torres J.P., Marin Trigo J.M., Hersh C.P., Ezponda Casajús A., Maguire C., Pinto-Plata V.M., Polverino F., Ross J.C., DeMeo D., Bastarrika G., Silverman E.K., Celli B.R. Somatotypes trajectories during adulthood and their association with COPD phenotypes. ERJ Open Res. 2020;6(3):00122.
23. Ulubaba H.E., Cinarli F.S., Ciftci R., Ulutas O. Investigation of Kidney Morphology and Somatotype Components in Early-Stage Kidney Patients. Sisli Etfal Hastan Tip Bul. 2023;57(3):353–358.
24. Еркудов В.О., Пуговкин А.П., Волков А.Я. и др. Конституциональные особенности клеточного состава крови у подростков и юношей. Морфология. 2018;5(154):50–56.
25. Казакова Т.В., Николаев В.Г. Закономерности конституциональной изменчивости морфофункциональных показателей лимфоцитов и нейтрофильных гранулоцитов крови. Морфология. 2009;1(135):49–52.
26. Christakoudi S., Tsilidis K.K., Evangelou E., Riboli E. Associations of obesity and body shape with erythrocyte and reticulocyte parameters in the UK Biobank cohort. BMC Endocr Disord. 2023;23(1):161.
27. Казакова Т.В., Николаев В.Г. Физический статус и структура вегетативного тонуса юношей разных соматотипов. Сибирское медицинское обозрение. 2006;41(4):74–77.
28. Subramanian S.K., Sharma V.K., Rajendran R. Assessment of heart rate variability for different somatotype category among adolescents. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2018;30(3).
29. Baranauskas M., Kupčiūnaitė I., Lieponienė J., Stukas R. Dominant Somatotype Development in Relation to Body Composition and Dietary Macronutrient Intake among High-Performance Athletes in Water, Cycling and Combat Sports. Nutrients. 2024;16(10):1493.
30. Irandoust K., Taheri M., Mirmoezzi M., H'mida C., Chtourou H., Trabelsi K., Ammar A., Nikolaidis P.T., Rosemann T., Knechtle B. The Effect of Aquatic Exercise on Postural Mobility of Healthy Older Adults with Endomorphic Somatotype. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(22):4387.
31. Воронцов И.М., Фатеева Е.М. Естественное вскармливание детей. Его значение и поддержка. СПб.: Фолиант; 1998. EDN: VAJKDL
32. Колесников В.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В. и др. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит–Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела. Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2016;4:4–13.
33. Санчат Н.О., Курганская Т.М., Грицинская В.Л. Оценка и самооценка физического развития у старших школьников в Республике Тыва. Children's Medicine of the North-West. 2024;12(4):182–191. DOI: 10.56871/CmN-W.2024.25.29.015.
34. Krzykała M., Karpowicz M., Strzelczyk R., Pluta B., Podciechowska K., Karpowicz K. Morphological asymmetry, sex and dominant somatotype among Polish youth. PLoS One. 2020;15(9):e0238706.

35. Pereira S., Katzmarzyk P.T., Gomes T.N., Souza M., Chaves R.N., Santos F.K.D., Santos D., Hedeker D., Maia J.A.R. Multilevel modelling of somatotype components: the Portuguese sibling study on growth, fitness, lifestyle and health. Ann Hum Biol. 2017;44(4):316–324.
36. Yang W.C., Fu C.M., Su B.W., Ouyang C.M., Yang K.C. Child Growth Curves in High-Altitude Ladakh: Results from a Cohort Study. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(10):3652.
37. Her E.S., Park J.K., Oh Y.K. Influence of body shape on health-related quality of life in Korean adults: The mediating effect of self-rated health. PLoS One. 2023;18(10):e0293286.
38. Lizana P.A., González S., Lera L., Leyton B. Association between body composition, somatotype and socioeconomic status in chilean children and adolescents at different school levels. J Biosoc Sci. 2018;50(1):53–69.
39. Розумбетов К.У., Ибраймова А.К. Определение ИМТ и телосложения девушек, проживающих в экологически неблагополучных условиях Приаралья. Бюллетень науки и практики. 2021;7(6):191–199.
40. Erkudov V.O., Rozumbetov K.U., González-Fernández F.T., Pugovkin A.P., Nazhimov I.I., Matchanov A.T., Ceylan H.İ. The Effect of Environmental Disasters on Endocrine Status, Hematology Parameters, Body Composition, and Physical Performance in Young Soccer Players: A Case Study of the Aral Sea Region. Life. 2023;13(7):1503.
41. Rozumbetov K.U., Matchanov A.T., Esemuratova S.P., Nisanova S.N. Characteristics of the distribution of somatotypes and assessment of physical development in girls living in the Republic of Karakalpakstan. Theoretical & Applied Science. 2021;6:130–134.
42. Абдрахманова Ш.З., Слажнева Т.И., Адаева А.А., Имашева Б.С., Арингазина А.М., Акимбаева А.А., Сулейманова Н.А. Антропометрические показатели недостаточной и избыточной массы тела детей младшего школьного возраста в Республике Казахстан. Наука и Здравоохранение. 2021;6(23):76–87.
43. Кононец И.Е., Адаева А.М., Уралиева Ч.К. Особенности вегетативного гомеостаза и физического развития подростков, проживающих в условиях низкогорья Кыргызстана. Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина». 2021;6(53):155–161.
44. Саттаров А.Э., Карелина Н.Р. Особенности ростовых процессов у мальчиков и юношей различных пропорций и телосложения, проживающих в южной части Кыргызстана. Педиатр. 2018;9(5):47–52. DOI: 10.17816/PED9547-52.
45. Комилова Б.И., Фозилов Н.С. Сравнительная оценка физического развития юношей и девушек Таджикистана. Children's Medicine of the North- West. 2023;11(2):73–79.
46. Николаева В.В., Шукуров Ф.А., Ашуров А.Т. Этнические особенности роста и веса девушек Гиссарской Долины Таджикистана. Электронный научный журнал «Биологии и интегративная медицина». 2020;6(46):23–30.
47. Халимова Ф.Т., Назаров Дж.Т., Иргашева Дж. Индивидуально-типологическая характеристика студентов по их соматотипу. Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина. 2023;2(61):5–16.
48. Негашева М.А. Основы антропометрии: учебное пособие для обучающихся в образовательных организациях высшего образования по направлению 03.06.01 «Биология». М.: Экон-Информ; 2017.
49. Carter J.E.L., Heath B.H. Somatotyping. Development and Applications; Cambridge University Press: Cambridge, UK; 1990.
50. Дедов И.И., Шестакова М.В., Мельниченко Г.А. и др. Междисциплинарные клинические рекомендации «Лечение ожирения и коморбидных заболеваний». Ожирение и метаболизм. 2021;18(1):5–99.
51. Сазонова О.В., Дабуров К.Н., Горбачев Д.О., Бородина Л.М., Гаврюшин М.Ю., Шарифов Р.Н., Рахмоналиев О.Б. Изучение соблюдения принципов рационального питания различными профессиональными группами, проживающими в Российской Федерации и Республике Таджикистан. Наука и инновации в медицине. 2020;5(3):154–158.
52. Абдуллозода С.М. Распространенность ожирения среди взрослого населения Таджикистана. Вестник Авиценны. 2022;24(1):1928.
53. Абдуллозода С.М., Усманова Г.М. Скрининг ожирения среди взрослого населения Таджикистана (на примере пилотных районов). Вестник Авиценны. 2023;25(3):356–369.
54. Пирматова М.А., Пирматова Т. Факторы риска избыточного веса и ожирения среди молодёжи Таджикистана. Международный научно-исследовательский журнал. 2021;4-2(106):185–187.
55. Абдуллаева Н.Ш., Олимова К.С. Особенности физического развития детей раннего возраста г. Душанбе. Вестник Академии медицинских наук Таджикистана. 2018;8(2).
56. Гулов М.К., Абдуллоев С.М., Гулбекова З.А., Махмудов Х.Р. Скрининг факторов риска хронических неинфекционных заболеваний среди населения высокогорной местности Таджикистана. Вестник Авиценны. 2020;22(2):209–221.
57. Абдуллозода С.М., Усманова Г.М., Кобилов К.К., Умарова З.А. Содержание лептина у взрослого населения Республики Таджикистан с различным индексом массы тела. Медицинский вестник Национальной академии наук Таджикистана. 2023d;3:5–12.
58. Абдуллозода С.М. Эпидемиология сахарного диабета среди взрослого населения Таджикистана. Здравоохранение Таджикистана. 2021;4:11–23.
59. Matthys B., Steinmann P., Karimova G., Tagoev T., Abdurahmonov A., Costa J., Kasimova S.J., Wyss K. Prevalence of impaired glucose metabolism and potential predictors: a rapid appraisal among ≥45 years old residents of southern Tajikistan. J Diabetes. 2015;7(4):540–547.
60. Valente-dos-Santos J., Coelho-e-Silva M.J., Simões F., Figueiredo A.J., Leite N., Elferink-Gemser M.T., Malina R.M., Sherar L. Modeling developmental changes in functional capacities and soccer-specific skills in male players aged 11–17 years. Pediatr Exerc Sci. 2012;24(4):603–621.
61. Slimani M., Nikolaidis P.T. Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59(1):141–163.

62. Pastuszak A., Gajewski J., Buśko K. The impact of skinfolds measurement on somatotype determination in Heath-Carter method. PLoS One. 2019;14(9):e0222100.
63. Sousa S., Morais I.L., Albuquerque G., Gelormini M., Casal S., Pinho O., Motta C., Damasceno A., Moreira P., Breda J., Lunet N., Padrão P. A Cross-Sectional Study of the Street Foods Purchased by Customers in Urban Areas of Central Asia. Nutrients. 2021;13(10):3651.
64. Каюмов А.К. Ватанбекова Г.С. Влияние высокогорья и среднегорья на антропометрические показатели мальчиков в возрасте до трех лет. Вестник Авиценны. 2009;4(41):103–106.
65. Andrade L.D., Vilca N.G., Figueroa M.I., Martínez J.I., Alfaro Gómez E.L., Dipierri J.E. Somatotype altitudinal variation and its relationship with the nutritional status of children in the Jujuy province, Argentina. Am J Hum Biol. 2023;35(9):e23910.
66. Quinn E.A., Sangmo J., Burack S., Childs G. Childhood growth and education migration among ethnic Tibetan children from Nepal. Am J Biol Anthropol. 2023;180(3):427–441.
67. Baye K., Hirvonen K. Evaluation of Linear Growth at Higher Altitudes. JAMA Pediatr. 2020;174(10):977–984.
68. Dang S., Yan H., Yamamoto S. High altitude and early childhood growth retardation: new evidence from Tibet. Eur J Clin Nutr. 2008;62(3):342–348.
69. Rannan-Eliya R.P., Hossain S.M., Anuranga C., Wickramasinghe R., Jayatissa R., Abeykoon A.T. Trends and determinants of childhood stunting and underweight in Sri Lanka. Ceylon Med J. 2013;58(1):10–18.
70. Bustamante A., Santos C., Pereira S., Freitas D., Katzmarzyk P.T., Maia J. Regional variation in growth status. The Peruvian health and optimist growth study. Am J Hum Biol. 2022;34(5):e23704.
71. Sanchez-Macedo L., Vidal-Espinoza R., Minango-Negrete J., Ronque E.V., Campos L.F.C.C., Fuentes-López J., Vargas-Ramos E., Rivera-Portugal M., Cossio-Bolaños M., Gomez-Campos R. Parameters of pubertal growth spurt in children and adolescents living at high altitude in Peru. J Pediatr (Rio J). 2024;100(2):189–195.
72. Cossio-Bolaños M.A., Vidal-Espinoza R., Minango-Negrete J., Olivares P.R., Urzua-Alul L., de Campos L.F.C.C., Fuentes-López J., Sanchez-Macedo L., Diaz-Bonilla E., Torres-Galvis C., Gomez-Campos R. Estimation of Pubertal Growth Spurt Parameters in Children and Adolescents Living at Moderate Altitude in Colombia. Front Endocrinol (Lausanne). 2021;12:718292.
73. Dolma P., Angchuk P.T., Jain V., Dadhwal V., Kular D., Williams D.J., Montgomery H.E., Hillman S.L. High-altitude population neonatal and maternal phenotypes associated with birthweight protection. Pediatr Res. 2022;91(1):137–142.
74. Weitz C.A., Garruto R.M. Stunting and the Prediction of Lung Volumes Among Tibetan Children and Adolescents at High Altitude. High Alt Med Biol. 2015;16(4):306–317.
75. Racine H.L., Serrat M.A. The Actions of IGF-1 in the Growth Plate and Its Role in Postnatal Bone Elongation. Curr Osteoporos Rep. 2020;18(3):210–227.
76. Sharma V., Varshney R., Sethy N.K. Human adaptation to high altitude: a review of convergence between genomic and proteomic signatures. Hum Genomics. 2022;16(1):21.
77. Santos C., Bustamante A., Katzmarzyk P.T., Vasconcelos O., Garganta R., Freitas D., Mirzaei-Salehabadi S., Maia J. Growth velocity curves and pubertal spurt parameters of Peruvian children and adolescents living at different altitudes. The Peruvian health and optimist growth study. Am J Hum Biol. 2019;31(6):e23301.
78. Martínez J.I., Figueroa M.I., Alfaro Gómez E.L., Dipierri J.E. Newborn anthropometry, maternal capital, and altitude in the highland population from the province of Jujuy, Argentina. Am J Phys Anthropol. 2021;175(1):25–35.
79. Potocka N., Skrzypa M., Zadarko-Domaradzka M., Barabasz Z., Penar-Zadarko B., Sakowicz A., Zadarko E., Zawlik I. Effects of the Trp64Arg Polymorphism in the *ADRB3* Gene on Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Physical Activity in Healthy Adults. Genes (Basel). 2023;14(8):1541.
80. Potocka N., Penar-Zadarko B., Skrzypa M., Braun M., Zadarko-Domaradzka M., Ozimek M., Nizioł-Babiarz E., Barabasz Z., Zawlik I., Zadarko E. Association of *ACTN3* Polymorphism with Body Somatotype and Cardiorespiratory Fitness in Young Healthy Adults. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(9):1489.
81. Mehata S., Shrestha N., Ghimire S., Atkins E., Karki D.K., Mishra S.R. Association of altitude and urbanization with hypertension and obesity: analysis of the Nepal Demographic and Health Survey 2016. Int Health. 2021;13(2):151–160.
82. Li X., Li Y., Xing X., Liu Y., Zhou Z., Liu S., Tian Y., Nima Q., Yin L., Yu B. Urban-rural disparities in the association between long-term exposure to high altitude and malnutrition among children under 5 years old: evidence from a cross-sectional study in Tibet. Public Health Nutr. 2023;26(4):844–853.
83. Maxfield A., Hadley C., Hruschka D.J. The relationship between altitude and BMI varies across low- and middle-income countries. Am J Hum Biol. 2024;36(5):e24036.
84. Абдуллозода С.М., Усманова Г.М., Гулбекова З.А. Маркеры окислительного стресса и антиоксидантной защиты при ожирении. Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. 2023b;3:5–13.
85. Абдуллозода С.М., Усманова Г.М., Кобилов К.К., Умарова З.А. Особенности обмена тиреоидных гормонов при ожирении. Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. 2023c;2:5–12.
86. Deshpande A., Ramachandran R. Early childhood stunting and later life outcomes: A longitudinal analysis. Econ Hum Biol. 2022;44:101099.
87. Robinson J.A., Dinh P.T.T. High doses of a national preschool program are associated with the long-term mitigation of adverse outcomes in cognitive development and life satisfaction among children who experience early stunting: a multi-site longitudinal study in Vietnam. Front Public Health. 2023;11:1087349.
88. Kulkarni S., Ramakrishnan U., Dearden K.A., Marsh D.R., Ha T.T., Tran T.D., Pachón H. Greater length-for-age increases the odds of attaining motor milestones in Vietnamese children aged 5-18 months. Asia Pac J Clin Nutr. 2012;21(2):241–246.
89. Tan S.Y., Poh B.K., Sekartini R., Rojroongwasinkul N., Tran T.N., Wong J.E., Novita Chandra D., Pongcharoen T., Tran K.V., Actis-Goretta L., Vonk M.M., Ng S.A., Parikh P., Khouw I.,

SEANUTS II Study Group. South East Asian Nutrition Surveys (SEANUTS) II — a multi-country evaluation of nutrition and lifestyle indicators in children aged 12 years and below: rationale and design. Public Health Nutr. 2024;27(1):e150.
90. Caulfield L.E., de Onis M., Blössner M., Black R.E. Undernutrition as an underlying cause of child deaths associated with diarrhea, pneumonia, malaria, and measles. Am J Clin Nutr. 2004;80(1):193–198.
91. Müller O., Krawinkel M. Malnutrition and health in developing countries. CMAJ. 2005;173(3):279–286.
92. Yang L.T., Wang N., Li Z.X., Liu C., He X., Zhang J.F., Han H., Wen Y.F., Qian Y.H., Xi H.J. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an, China. Anat Sci Int. 2016;91(2):180–187.
93. Sánchez-Macedo L., Vidal-Espinoza R., Gómez-Campos R., Díaz-Bonilla E., Torres-Galvis C.L., Urzua-Alul L., Castelli-Correia de Campos L.F., Sulla Torres J., Lee-Andruske C., Cossio Bolaños M. Physical growth of children and adolescents living at a moderate altitude: proposed percentiles based on age and sex. Nutr Hosp. 2021;38(6):1238–1247.
94. Wu S., Hsu L.A., Teng M.S., Chou H.H., Ko Y.L. Differential Genetic and Epigenetic Effects of the KLF14 Gene on Body Shape Indices and Metabolic Traits. Int J Mol Sci. 2022;23(8):4165.

REFERENCES

1. Buśko K., Pastuszak A., Lipińska M., Lipińska M., Gryko K. Somatotype variables related to strength and power output in male basketball players. Acta Bioeng Biomech. 2017;19(2):161–167.
2. Ryan-Stewart H., Faulkner J., Jobson S. The influence of somatotype on anaerobic performance. PLoS One. 2018;13(5):e0197761.
3. Sterkowicz-Przybycień K., Sterkowicz S., Biskup L., Żarów R., Kryst Ł., Ozimek M. Somatotype, body composition, and physical fitness in artistic gymnasts depending on age and preferred event. PLoS One. 2019;14(2):e0211533.
4. Terzi E., Kalkavan A. To what extent do somatotype structures affect athletic performance in professional athletes? J Sports Med Phys Fitness. 2024;64(7):650–660.
5. Cinarli F.S., Buyukcelebi H., Esen O., Barasinska M., Cepicka L., Gabrys T., Nalbant U., Karayigit R. Does Dominant Somatotype Differentiate Performance of Jumping and Sprinting Variables in Young Healthy Adults? Int J Environ Res Public Health. 2022;19(19):11873.
6. González Macías M.E., Flores J. Somatotype, anthropometric characteristics, body composition, and global flexibility range in artistic gymnasts and sport hoop athletes. PLoS One. 2024;19(10):e0312555.
7. Cárdenas-Fernández V., Chinchilla-Minguet J.L., Castillo-Rodríguez A. Somatotype and Body Composition in Young Soccer Players According to the Playing Position and Sport Success. J Strength Cond Res. 2019;33(7):1904–1911.
8. Pezelj L., Milavić B., Milić M. Anthropometric and Somatotype Profile of Elite Finn Class Sailors. J Funct Morphol Kinesiol. 2024;9(3):121.
9. Ciftci R., Kurtoglu A. Examination of the Effect of Somatotype Profiles on Athletic Performance Indicators in Children Aged 48–72 Months. Cureus. 2023;15(9):e45430.
10. Kubo A., Murata S., Abiko T., Tanaka S. The relationship between children's somatotypes, motor examination results, and motor skills: assessing 6- to 10-year-olds. J Phys Ther Sci. 2022;34(7):492–496.
11. Peña-González I., Fernández-Fernández J., Moya-Ramón M., Cervelló E. Relative Age Effect, Biological Maturation, and Coaches' Efficacy Expectations in Young Male Soccer Players. Res Q Exerc Sport. 2018;89(3):373–379.
12. Erkudov V.O., Pugovkin A.P., Volkov A.Ya et al. Gender differences in the size of internal organs in 17-year-old adolescents with different somatotypes. Pediatr. 2017;5(8):67–73. (In Russian).
13. Erkudov V.O., Skripchenko N.V., Zaslavsky D.V. et al. Significance of constitutional factors in the development of body weight deficiency and excess in adolescents. Voprosy prakticheskoj pediatrii. 2019;14(4):21–29. (In Russian).
14. Erkudov V.O., Pugovkin A.P., Volkov A.Ya. et al. The role of human constitution in the formation of deficit and excess body weight in children of different ages. Pediatr. 2020;1(2):33–42. (In Russian).
15. Erkudov V.O., Pugovkin A.P., Volkov A.Ya. et al. Constitutional diversity of internal organ sizes in adolescents. Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii. 2019;2(64):94–99. (In Russian).
16. Galić B.S., Pavlica T., Udicki M., Stokić E., Mikalački M., Korovljev D., Čokorilo N., Drvendžija Z., Adamović D. Somatotype characteristics of normal-weight and obese women among different metabolic subtypes. Arch Endocrinol Metab. 2016;60(1):60–65.
17. Ibáñez-Zamacona M.E., Poveda A., Rebato E. Contribution of obesity associated genetic variants to anthropometric somatotype components. Anthropol Anz. 2019;76(2):101–111.
18. Liu X., Li W., Wen Y., Xu G., Zhou G., Qu Q., Hu Y., Saitierding Y., Mohetaer M., Buerlan Y., Zhong X., Xi H. Obesity and Heath-Carter Somatotyping of 3438 Adults in the Xinjiang Uygur Autonomous Region of China by Multivariate Analysis. Diabetes Metab Syndr Obes. 2021;14:659–670.
19. Yasuda T. Anthropometric, body composition, and somatotype characteristics of Japanese young women: Implications for normal-weight obesity syndrome and sarcopenia diagnosis criteria. Interv Med Appl Sci. 2019;11(2):117–121.
20. Browning D.J., Lee C. Somatotype, the risk of hydroxychloroquine retinopathy, and safe daily dosing guidelines. Clin Ophthalmol. 2018;12:811–818.
21. Çiftçi R. Evaluation of the effects of somatotype profiles on pain, proprioception, isokinetic muscle strength and kinesiophobia in patients with meniscopathy. J Back Musculoskelet Rehabil. 2023;36(6):1461–1468.
22. Divo M.J., Marin Oto M., Casanova Macario C., Cabrera Lopez C., de-Torres J.P., Marin Trigo J.M., Hersh C.P., Ezponda Casajús A., Maguire C., Pinto-Plata V.M., Polverino F., Ross J.C., DeMeo D., Bastarrika G., Silverman E.K., Celli B.R. Somatotypes trajectories during adulthood and their association with COPD phenotypes. ERJ Open Res. 2020;6(3):00122.
23. Ulubaba H.E., Cinarli F.S., Ciftci R., Ulutas O. Investigation of Kidney Morphology and Somatotype Components in Early-Stage Kidney Patients. Sisli Etfal Hastan Tip Bul. 2023;57(3):353–358.
24. Erkudov V.O., Pugovkin A.P., Volkov A.Ya. et al. Constitutional features of blood cellular composition in adolescents and young men. Morfologija. 2018;5(154):50–56. (In Russian).

25. Kazakova T.V., Nikolaev V.G. Regularities of constitutional variability of morphofunctional parameters of lymphocytes and neutrophilic granulocytes of blood. Morfologija. 2009;1(135):49–52. (In Russian).
26. Christakoudi S., Tsilidis K.K., Evangelou E., Riboli E. Associations of obesity and body shape with erythrocyte and reticulocyte parameters in the UK Biobank cohort. BMC Endocr Disord. 2023;23(1):161.
27. Kazakova T.V., Nikolaev V.G. Physical status and structure of vegetative tone of young men of different somatotypes. Sibirskoe medicinskoe obozrenie. 2006;41(4):74–77. (In Russian).
28. Subramanian S.K., Sharma V.K., Rajendran R. Assessment of heart rate variability for different somatotype category among adolescents. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 2018;30(3).
29. Baranauskas M., Kupčiūnaitė I., Lieponienė J., Stukas R. Dominant Somatotype Development in Relation to Body Composition and Dietary Macronutrient Intake among High-Performance Athletes in Water, Cycling and Combat Sports. Nutrients. 2024;16(10):1493.
30. Irandoust K., Taheri M., Mirmoezzi M., H'mida C., Chtourou H., Trabelsi K., Ammar A., Nikolaidis P.T., Rosemann T., Knechtle B. The Effect of Aquatic Exercise on Postural Mobility of Healthy Older Adults with Endomorphic Somatotype. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(22):4387.
31. Voroncov I.M., Fateeva E.M. Natural feeding of children. Its significance and support. Saint Petersburg: Foliant; 1998. (In Russian). EDN: VAJKDL.
32. Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V. et al. On a new protocol for assessing somatotype by Heath-Carter scheme in the software of bioimpedance body composition analyzer. Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 23: Antropologija. 2016;4:4–13. (In Russian).
33. Sanchat N.O., Kurganskaya T.M., Gricinskaya V.L. Assessment and self-assessment of physical development among senior schoolchildren in the Republic of Tuva. Children's Medicine of the North-West. 2024;12(4):182–191. (In Russian). DOI: 10.56871/CmN-W.2024.25.29.015.
34. Krzykała M., Karpowicz M., Strzelczyk R., Pluta B., Podciechowska K., Karpowicz K. Morphological asymmetry, sex and dominant somatotype among Polish youth. PLoS One. 2020;15(9):e0238706.
35. Pereira S., Katzmarzyk P.T., Gomes T.N., Souza M., Chaves R.N., Santos F.K.D., Santos D., Hedeker D., Maia J.A.R. Multilevel modelling of somatotype components: the Portuguese sibling study on growth, fitness, lifestyle and health. Ann Hum Biol. 2017;44(4):316–324.
36. Yang W.C., Fu C.M., Su B.W., Ouyang C.M., Yang K.C. Child Growth Curves in High-Altitude Ladakh: Results from a Cohort Study. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(10):3652.
37. Her E.S., Park J.K., Oh Y.K. Influence of body shape on health-related quality of life in Korean adults: The mediating effect of self-rated health. PLoS One. 2023;18(10):e0293286.
38. Lizana P.A., González S., Lera L., Leyton B. Association between body composition, somatotype and socioeconomic status in chilean children and adolescents at different school levels. J Biosoc Sci. 2018;50(1):53–69.
39. Rozumbetov K.U., Ibraimova A.K. Determination of BMI and physique of girls living in ecologically unfavorable conditions of the Aral Sea region. Bjulleten' nauki i praktiki. 2021;7(6):191–199. (In Russian).
40. Erkudov V.O., Rozumbetov K.U., González-Fernández F.T., Pugovkin A.P., Nazhimov I.I., Matchanov A.T., Ceylan H.İ. The Effect of Environmental Disasters on Endocrine Status, Hematology Parameters, Body Composition, and Physical Performance in Young Soccer Players: A Case Study of the Aral Sea Region. Life. 2023;13(7):1503.
41. Rozumbetov K.U., Matchanov A.T., Esemuratova S.P., Nisanova S.N. Characteristics of the distribution of somatotypes and assessment of physical development in girls living in the Republic of Karakalpakstan. Theoretical & Applied Science. 2021;6:130–134.
42. Abdrakhmanova Sh.Z., Slazhneva T.I., Adaeva A.A., Imasheva B.S., Aringazina A.M., Akimbayeva A.A., Suleimanova N.A. Anthropometric indicators of underweight and overweight of children of primary school age in the Republic of Kazakhstan. Nauka i Zdravoohranenie. 2021;6(23):76–87. (In Russian).
43. Kononets I.E., Adaeva A.M., Uralieva Ch.K. Features of vegetative homeostasis and physical development of adolescents living in the low mountains of Kyrgyzstan. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal "Biologija i integrativnaja medicina". 2021;6(53):155–161. (In Russian).
44. Sattarov A.E., Karelina N.R. Features of growth processes in boys and boys of different proportions and physique living in the southern part of Kyrgyzstan. Pediatr. 2018;9(5):47–52. (In Russian). DOI: 10.17816/PED9547-52.
45. Komilova B.I., Fozilov N.S. Comparative assessment of physical development of young men and girls in Tajikistan. Children's Medicine of the North-West. 2023;11(2):73–79. (In Russian).
46. Nikolaeva V.V., Shukurov F.A., Ashurov A.T. Ethnic peculiarities of growth and weight of girls of the Hissar Valley of Tajikistan. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal "Biologii i integrativnaja medicina". 2020;6(46):23–30. (In Russian).
47. Khalimova F.T., Nazarov J.T., Irgasheva J. Individual-typological characterization of students by their somatotype. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal "Biologija i integrativnaja medicina". 2023;2(61):5–16. (In Russian).
48. Negasheva M.A. Fundamentals of anthropometry: textbook for students in educational organizations of higher education in the direction 03.06.01 "Biology". Moscow: Econ-Inform; 2017. (In Russian).
49. Carter J.E.L. Heath B.H. Somatotyping. Development and Applications; Cambridge University Press: Cambridge, UK; 1990.
50. Dedov I.I., Shestakova M.V., Melnichenko G.A. et al. Interdisciplinary clinical recommendations "Treatment of obesity and comorbid diseases". Ozhirenie i metabolizm. 2021;18(1):5–99. (In Russian).
51. Sazonova O.V., Daburov K.N., Gorbachev D.O., Borodina L.M., Gavryushin M.Y., Sharifov R.N., Rakhmonaliev O.B. Study of adherence to the principles of rational nutrition by different professional groups living in the Russian Federation and the Republic of Tajikistan. Nauka i innovacii v medicine. 2020;5(3):154–158. (In Russian).

52. Abdullozoda S.M. Prevalence of obesity among the adult population of Tajikistan. Vestnik Avicenny. 2022;24(1):1928. (In Russian).
53. Abdullozoda S.M., Usmanova G.M. Screening of obesity among the adult population of Tajikistan (on the example of pilot districts). Vestnik Avicenny. 2023;25(3):356–369. (In Russian).
54. Pirmatova M.A., Pirmatova T. Risk factors of overweight and obesity among young people of Tajikistan. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2021;4-2(106):185–187. (In Russian).
55. Abdullaeva N.Sh., Olimova K.S. Features of physical development of children of early age in Dushanbe. Vestnik Akademii medicinskih nauk Tadzhikistana. 2018;8(2). (In Russian).
56. Gulov M.K., Abdulloev S.M., Gulbekova Z.A., Makhmudov H.R. Screening of risk factors for chronic non-infectious diseases among the population of high mountainous areas of Tajikistan. Vestnik Avicenny. 2020;22(2):209–221. (In Russian).
57. Abdullozoda S.M., Usmanova G.M., Kobilov K.K., Umarova Z.A. Leptin content in the adult population of the Republic of Tajikistan with different body mass index. Medicinskij vestnik Nacional'noj akademii nauk Tadzhikistana. 2023d;3:5–12. (In Russian).
58. Abdullozoda S.M. Epidemiology of diabetes mellitus among the adult population of Tajikistan. Zdravoohranenie Tadzhikistana. 2021;4:11–23. (In Russian).
59. Matthys B., Steinmann P., Karimova G., Tagoev T., Abdurahmonov A., Costa J., Kasimova S.J., Wyss K. Prevalence of impaired glucose metabolism and potential predictors: a rapid appraisal among ≥45 years old residents of southern Tajikistan. J Diabetes. 2015;7(4):540–547.
60. Valente-dos-Santos J., Coelho-e-Silva M.J., Simões F., Figueiredo A.J., Leite N., Elferink-Gemser M.T., Malina R.M., Sherar L. Modeling developmental changes in functional capacities and soccer-specific skills in male players aged 11–17 years. Pediatr Exerc Sci. 2012;24(4):603–621.
61. Slimani M., Nikolaidis P.T. Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59(1):141–163.
62. Pastuszak A., Gajewski J., Buśko K. The impact of skinfolds measurement on somatotype determination in Heath-Carter method. PLoS One. 2019;14(9):e0222100.
63. Sousa S., Morais I.L., Albuquerque G., Gelormini M., Casal S., Pinho O., Motta C., Damasceno A., Moreira P., Breda J., Lunet N., Padrão P. A Cross-Sectional Study of the Street Foods Purchased by Customers in Urban Areas of Central Asia. Nutrients. 2021;13(10):3651.
64. Kayumov A.K. Vatanbekova G.S. Influence of high and middle mountains on anthropometric indices of boys aged up to three years. Vestnik Avicenny. 2009;4(41):103–106. (In Russian).
65. Andrade L.D., Vilca N.G., Figueroa M.I., Martínez J.I., Alfaro Gómez E.L., Dipierri J.E. Somatotype altitudinal variation and its relationship with the nutritional status of children in the Jujuy province, Argentina. Am J Hum Biol. 2023;35(9):e23910.
66. Quinn E.A., Sangmo J., Burack S., Childs G. Childhood growth and education migration among ethnic Tibetan children from Nepal. Am J Biol Anthropol. 2023;180(3):427–441.
67. Baye K., Hirvonen K. Evaluation of Linear Growth at Higher Altitudes. JAMA Pediatr. 2020;174(10):977–984.
68. Dang S., Yan H., Yamamoto S. High altitude and early childhood growth retardation: new evidence from Tibet. Eur J Clin Nutr. 2008;62(3):342–348.
69. Rannan-Eliya R.P., Hossain S.M., Anuranga C., Wickramasinghe R., Jayatissa R., Abeykoon A.T. Trends and determinants of childhood stunting and underweight in Sri Lanka. Ceylon Med J. 2013;58(1):10–18.
70. Bustamante A., Santos C., Pereira S., Freitas D., Katzmarzyk P.T., Maia J. Regional variation in growth status. The Peruvian health and optimist growth study. Am J Hum Biol. 2022;34(5):e23704.
71. Sanchez-Macedo L., Vidal-Espinoza R., Minango-Negrete J., Ronque E.V., Campos L.F.C.C., Fuentes-López J., Vargas-Ramos E., Rivera-Portugal M., Cossio-Bolaños M., Gomez-Campos R. Parameters of pubertal growth spurt in children and adolescents living at high altitude in Peru. J Pediatr (Rio J). 2024;100(2):189–195.
72. Cossio-Bolaños M.A., Vidal-Espinoza R., Minango-Negrete J., Olivares P.R., Urzua-Alul L., de Campos L.F.C.C., Fuentes-López J., Sanchez-Macedo L., Diaz-Bonilla E., Torres-Galvis C., Gomez-Campos R. Estimation of Pubertal Growth Spurt Parameters in Children and Adolescents Living at Moderate Altitude in Colombia. Front Endocrinol (Lausanne). 2021;12:718292.
73. Dolma P., Angchuk P.T., Jain V., Dadhwal V., Kular D., Williams D.J., Montgomery H.E., Hillman S.L. High-altitude population neonatal and maternal phenotypes associated with birthweight protection. Pediatr Res. 2022;91(1):137–142.
74. Weitz C.A., Garruto R.M. Stunting and the Prediction of Lung Volumes Among Tibetan Children and Adolescents at High Altitude. High Alt Med Biol. 2015;16(4):306–317.
75. Racine H.L., Serrat M.A. The Actions of IGF-1 in the Growth Plate and Its Role in Postnatal Bone Elongation. Curr Osteoporos Rep. 2020;18(3):210–227.
76. Sharma V., Varshney R., Sethy N.K. Human adaptation to high altitude: a review of convergence between genomic and proteomic signatures. Hum Genomics. 2022;16(1):21.
77. Santos C., Bustamante A., Katzmarzyk P.T., Vasconcelos O., Garganta R., Freitas D., Mirzaei-Salehabadi S., Maia J. Growth velocity curves and pubertal spurt parameters of Peruvian children and adolescents living at different altitudes. The Peruvian health and optimist growth study. Am J Hum Biol. 2019;31(6):e23301.
78. Martínez J.I., Figueroa M.I., Alfaro Gómez E.L., Dipierri J.E. Newborn anthropometry, maternal capital, and altitude in the highland population from the province of Jujuy, Argentina. Am J Phys Anthropol. 2021;175(1):25–35.
79. Potocka N., Skrzypa M., Zadarko-Domaradzka M., Barabasz Z., Penar-Zadarko B., Sakowicz A., Zadarko E., Zawlik I. Effects of the Trp64Arg Polymorphism in the ADRB3 Gene on Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Physical Activity in Healthy Adults. Genes (Basel). 2023;14(8):1541.
80. Potocka N., Penar-Zadarko B., Skrzypa M., Braun M., Zadarko-Domaradzka M., Ozimek M., Nizioł-Babiarz E., Barabasz Z., Zawlik I., Zadarko E. Association of ACTN3 Polymorphism with Body

Somatotype and Cardiorespiratory Fitness in Young Healthy Adults. Int J Environ Res Public Health. 2019;16(9):1489.
81. Mehata S., Shrestha N., Ghimire S., Atkins E., Karki D.K., Mishra S.R. Association of altitude and urbanization with hypertension and obesity: analysis of the Nepal Demographic and Health Survey 2016. Int Health. 2021;13(2):151–160.
82. Li X., Li Y., Xing X., Liu Y., Zhou Z., Liu S., Tian Y., Nima Q., Yin L., Yu B. Urban-rural disparities in the association between long-term exposure to high altitude and malnutrition among children under 5 years old: evidence from a cross-sectional study in Tibet. Public Health Nutr. 2023;26(4):844–853.
83. Maxfield A., Hadley C., Hruschka D.J. The relationship between altitude and BMI varies across low- and middle-income countries. Am J Hum Biol. 2024;36(5):e24036.
84. Abdullozoda S.M., Usmanova G.M., Gulbekova Z.A. Markers of oxidative stress and antioxidant defense in obesity. Vestnik posle-diplomnogo obrazovanija v sfere zdravoohranenija. 2023b;3:5–13. (In Russian).
85. Abdullozoda S.M., Usmanova G.M., Kobilov K.K., Umarova Z.A. Features of thyroid hormone metabolism in obesity. Vestnik posle-diplomnogo obrazovanija v sfere zdravoohranenija. 2023c;2:5–12. (In Russian).
86. Deshpande A., Ramachandran R. Early childhood stunting and later life outcomes: A longitudinal analysis. Econ Hum Biol. 2022;44:101099.
87. Robinson J.A., Dinh P.T.T. High doses of a national preschool program are associated with the long-term mitigation of adverse outcomes in cognitive development and life satisfaction among children who experience early stunting: a multi-site longitudinal study in Vietnam. Front Public Health. 2023;11:1087349.
88. Kulkarni S., Ramakrishnan U., Dearden K.A., Marsh D.R., Ha T.T., Tran T.D., Pachón H. Greater length-for-age increases the odds of attaining motor milestones in Vietnamese children aged 5-18 months. Asia Pac J Clin Nutr. 2012;21(2):241–246.
89. Tan S.Y., Poh B.K., Sekartini R., Rojroongwasinkul N., Tran T.N., Wong J.E., Novita Chandra D., Pongcharoen T., Tran K.V., Actis-Goretta L., Vonk M.M., Ng S.A., Parikh P., Khouw I., SEANUTS II Study Group. South East Asian Nutrition Surveys (SEANUTS) II — a multi-country evaluation of nutrition and lifestyle indicators in children aged 12 years and below: rationale and design. Public Health Nutr. 2024;27(1):e150.
90. Caulfield L.E., de Onis M., Blössner M., Black R.E. Undernutrition as an underlying cause of child deaths associated with diarrhea, pneumonia, malaria, and measles. Am J Clin Nutr. 2004;80(1):193–198.
91. Müller O., Krawinkel M. Malnutrition and health in developing countries. CMAJ. 2005;173(3):279–286.
92. Yang L.T., Wang N., Li Z.X., Liu C., He X., Zhang J.F., Han H., Wen Y.F., Qian Y.H., Xi H.J. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an, China. Anat Sci Int. 2016;91(2):180–187.
93. Sánchez-Macedo L., Vidal-Espinoza R., Gómez-Campos R., Díaz-Bonilla E., Torres-Galvis C.L., Urzua-Alul L., Castelli-Correia de Campos L.F., Sulla Torres J., Lee-Andruske C., Cossio Bolaños M. Physical growth of children and adolescents living at a moderate altitude: proposed percentiles based on age and sex. Nutr Hosp. 2021;38(6):1238–1247.
94. Wu S., Hsu L.A., Teng M.S., Chou H.H., Ko Y.L. Differential Genetic and Epigenetic Effects of the KLF14 Gene on Body Shape Indices and Metabolic Traits. Int J Mol Sci. 2022;23(8):4165.