

ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА В ПОПУЛЯЦИЯХ ЮЖНОЙ СИБИРИ: ВНУТРИГРУППОВОЙ АНАЛИЗ

Материалы и методы. *Использованы материалы антропологического обследования двух территориальных групп тувинцев, цаатанов Северной Монголии, южных (алтай-кижи) и северных алтайцев. Все материалы были собраны случайным образом среди населения данных территорий, анонимно, с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия. Антропометрические измерения проводились по стандартным методикам при помощи антропометрических инструментов системы GPM. Программа включала продольные и поперечные размеры скелета, обхватные размеры тела, толщину кожно-жировых складок, размеры головы и лица. Математическая обработка проводилась с помощью стандартного пакета Statistica 10. Вычислялись разницы средних значений признаков и дисперсий между мужскими и женскими выборками; уровень достоверности оценивался с помощью Т-критерия Стьюдента и теста Манна-Уитни. Рассчитывался коэффициент полового диморфизма. Для анализа межгрупповых различий применялся канонический анализ; определялись мера расстояния Махаланобиса как комплексная многомерная характеристика полового диморфизма.*

Результаты. *Проведен анализ величин коэффициента полового диморфизма по тотальным размерам тела, продольно-поперечным размерам скелета, обхватам туловища и конечностей, кожно-жировым складкам. Для каждой выборки рассчитывались расстояния Махаланобиса по разным наборам признаков. Приводятся результаты канонического анализа по комплексу признаков по всем выборкам.*

Заключение. *Высокий уровень полового диморфизма характерен для продольно-поперечных размеров скелета (длине тела, ноги, руки и корпуса, ширине плеч) и обхватных размеров. Максимальная половая изменчивость по размерам скелета отмечается у тувинцев и алтай-кижи. Наибольшие расстояния Махаланобиса между мужчинами и женщинами по комплексу признаков также характерны для тувинцев и алтай-кижи.*

Ключевые слова: половой диморфизм, морфология человека, соматология, этническая антропология, антропометрия

Введение

В физической антропологии изучению полового диморфизма, как одному из вариантов биологической изменчивости человека, традиционно уделялось и уделяется большое внимание. Теоретические подходы к выявлению основных причин изменчивости уровня межполовой дифференциации подробно освещены в целой серии работ российских и зарубежных исследователей, тем не менее, интерес к проблеме полового диморфизма не снижается на протяжении последних десятилетий [Holden, Mace, 1999; Gustafsson et al., 2007; Геодакян, 2011; Зимина с соавт., 2015]. В современном

мире ускоряющиеся темпы изменений среды обитания человека вносят бесконечные коррективы в определение ведущей роли того или иного фактора, детерминирующего уровень различий между мужчиной и женщиной. По-прежнему остаются актуальными вопросы влияния генетических, экологических и социально-экономических факторов и их взаимодействия на межполовую изменчивость [Wells et al., 2012a, 2012b; Кокоба, 2014; Godina et al., 2015, 2017]. Многие авторы не исключают действие полового отбора и/или социально-культурных переменных, влияющих на выбор партнера [Holden, Mace, 1999; Wells et al., 2012c]. Установлено так же, что факторы окружающей среды могут

по-разному детерминировать внутриполовую изменчивость телосложения в случае различной экологической канализации у обоих полов, или более или менее однородного образа жизни у мужчин и женщин [Marini et al., 2005, 2007; Leonard, 2018]. Большое внимание уделяется методам исследования и наиболее адекватному определению уровня диморфизма на фоне существенных различий в изменчивости морфологических признаков у мужчин и женщин внутри одной популяции [Marini et al., 2005, 2007; Зимина с соавт., 2015, 2017].

В антропологическом отношении исследуемые популяции тувинцев, цаатанов и южных алтайцев могут быть отнесены к центрально-азиатскому типу сибирских монголоидов. Северные алтайцы рассматриваются как отдельная алтайская группа со своими специфическими антропологическими чертами и относятся к алтае-саянскому локальному типу южно-сибирской расы [Аксянова, 2006, 2008; Антропозология ..., 2005; Хомякова, Балинова, 2017а, б]. Поэтому особый интерес представляет изучение межполовой изменчивости на фоне межгрупповой в популяциях, связанных единой историей формирования на определенном географическом ареале и сходными социокультурными характеристиками [Хомякова, Балинова, 2017а, б].

Цель настоящего исследования – анализ внутригрупповой изменчивости уровня полового диморфизма в выборках современных тувинцев, цаатанов и алтайцев. В следующей части исследования полученные результаты будут использованы для изучения межпопуляционной изменчивости полового диморфизма и ведущих факторов, определяющих уровень этой изменчивости.

Материалы и методы

В настоящем работе используются материалы антропологического обследования двух территориальных групп тувинцев, цаатанов Северной Монголии, южных (алтай-кижи) и северных алтайцев (тубалары, кумандинцы, челканцы), проведенного в ходе экспедиций 2016–2017 годов при непосредственном участии авторов. Все материалы были собраны случайным образом среди населения данных территорий, анонимно, с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия. В соответствии с законом о персональных данных, материалы были деперсонифицированы. Подробное описание этнических групп с указанием районов компактного расселения, социального статуса и образова-

тельного уровня представлено в предыдущих публикациях [Хомякова, Балинова, 2017а, б]. Для дальнейшего анализа были сформированы следующие выборки: тувинцы – 38 мужчин и 42 женщины, туджинцы – 52 мужчины и 53 женщины; цаатаны – 27 мужчин, 25 женщин; южные алтайцы (алтай-кижи) – 75 мужчин, 83 женщины, северные алтайцы – 49 мужчин, 45 женщин.

Антропометрические измерения проводились по стандартным методикам [Бунак, 1941; Лутовинова, Уткина, Чтецов, 1970] при помощи антропометрических инструментов системы GPM (Siber-Hegner GPM, Цюрих, Швейцария). Современная методика измерительной техники преимущественно основана на системе Р. Мартина и широко распространена во всем мире [Бунак, 1941]. Для исследования полового диморфизма использовались следующие группы признаков: продольные и поперечные размеры скелета, обхватные размеры тела, толщина кожно-жировых складок в различных точках. Индекс массы тела рассчитывался по формуле Кетле. Подробное описание антропометрической программы приводится в наших предыдущих статьях [Хомякова, Балинова, 2017а, б], а перечень анализируемых признаков представлен в таблице 1.

Математическая обработка полученных данных проводилась с помощью стандартного пакета Statistica 10. В работе не приводятся таблицы основных статистических параметров для всех признаков, так как они были опубликованы ранее [Хомякова, Балинова, 2017а, 2017б]. В соответствии с задачей исследования вычислялись разницы средних значений признаков и дисперсий между мужскими и женскими выборками (Δ средних = $M_M - M_{Ж}$ и Δ дисперсий = $SD_M - SD_{Ж}$); уровень достоверности оценивался с помощью Т-критерия Стьюдента и теста Манна-Уитни (Mann-Whitney U test) (табл. 1). Для анализа уровня межполовой изменчивости рассчитывался коэффициент полового диморфизма (КПД) по формуле В.Е. Дерябина [Дерябин, 2003]:

$$КПД = \frac{M_M - M_{Ж}}{\sqrt{\frac{SD_M^2 * (N_M - 1) + SD_{Ж}^2 * (N_{Ж} - 1)}{N_M + N_{Ж} - 2}}}$$

где M_M и $M_{Ж}$ – средние значения признака в мужской и женской выборках, SD_M и $SD_{Ж}$ – средние квадратические отклонения и N_M и $N_{Ж}$ – численности в соответствующих выборках. Хорошая работоспособность этого показателя, обусловленная его независимостью от численности выборок и абсолютных величин признака (нормированная величина), а так же простота расчета, позволили

использовать его для решения поставленных нами задач [Зими́на с соавт., 2015, 2017]. Положительные величины коэффициента полового диморфизма будут свидетельствовать о большем среднем значении признака у мужчин, а отрицательные – у женщин. Для анализа межгрупповых различий применялся канонический дискриминантный анализ; определялись мера расстояния Махаланобиса как комплексная многомерная характеристика полового диморфизма в каждой группе [Дерябин, 2008].

Результаты

Как известно, половой диморфизм антропометрических признаков, описывающих различные соматические системы (развитие скелета, мускулатуры и подкожного жиротложения, размеры головы и лица) обычно выражается в значительных различиях между средними показателями у мужчин и женщин внутри одной группы (популяции).

В таблице 1 приведены дельты (Δ) выборочных средних и дисперсий (SD), которые отражают уровень межполовой изменчивости в метрических единицах признаков и ее значимость по трем соматическим системам (скелету, мускулатуре и подкожному жиротложению) в исследуемых группах.

Чтобы избежать влияния внутриполовой изменчивости признаков, для каждой группы рассчитывались коэффициенты полового диморфизма (КПД).

На диаграммах рисунков 1–4 даны величины КПД основных признаков в исследуемых выборках. Максимальные уровни полового диморфизма наблюдаются по продольно-поперечным размерам скелета: длине тела, ноги и корпуса и особенно по ширине плеч во всех группах (рис. 1, 2). Не обнаружены межполовые различия по массе тела у цаатанов и северных алтайцев и по индексу массы тела у южных алтайцев (рис. 1).

Совершенно иная структура полового диморфизма отмечается по системе обхватных размеров тела: во всех выборках у мужчин больше обхваты груди и предплечья. КПД по другим обхватным размерам имеют отрицательные величины, за исключением алтай-кижи. Можно отметить сходство в величинах КПД у тоджинцев и цаатанов (рис. 3)

Отрицательные величины КПД по всем кожно-жировым складкам свидетельствуют о повышенном развитии подкожного жира у женщин по сравнению с мужчинами во всех выборках (рис. 4).

Далее, в ходе дискриминантного анализа, определялось расстояние Махаланобиса по разным

наборам признаков в каждой этнической группе (табл. 2).

На заключительном этапе исследования проводился канонический анализ по комплексу признаков, который позволил определить уровень и достоверность дискриминации между мужскими и женскими выборками. В таблице 2 представлены основные результаты канонического анализа по комплексу признаков. Рисунок 5 иллюстрирует распределение средних выборочных значений канонических переменных по 10 выборкам.

Обсуждение

Анализ полового диморфизма по целому ряду морфологических признаков с применением различных методических подходов позволил выявить как общие направления межполовой изменчивости, так и специфические варианты в исследуемых выборках. Большие положительные величины коэффициентов полового диморфизма (КПД) по тотальным и продольно-поперечным размерам тела за исключением ИМТ и диаметра таза характерны для всех этнических групп, но в максимальной степени половые различия по длине тела, корпуса и руки, а также ширине плеч отмечаются у тувинцев и южных алтайцев (рис. 1, 2). В то же время, у цаатанов отмечается самый низкий КПД по ширине плеч. Отрицательные величины КПД тазового диаметра свидетельствуют о больших размерах таза у женщин во всех выборках, кроме алтай-кижи. Как правило, на изменчивость этого признака влияет развитие жиротложения в области бедер, и в большей степени это характерно для женщин [Дерябин, 2003]. В литературе активно обсуждается связь размеров таза с успешностью протекания родов, в частности, соответствие родовых каналов параметрам тела новорожденных (окружности головы, весу и росту) и популяционная изменчивость этих показателей в зависимости от экологических и социально-экономических факторов [Wells, 2012c; Kurki et al., 2016].

Анализ коэффициентов полового диморфизма в исследуемых выборках свидетельствует об основном (базовом) направлении половой вариации у представителей вида *H. sapiens* [Дерябин, 2003; Marini et al., 2005; Геодакян, 2011]. Во всех популяциях средняя длина тела и размеры скелета (длина ноги, корпуса, руки, ширина плеч и т.д.) больше у мужчин, но степень полового диморфизма может значительно варьировать [Holden, Mace, 1999; Gustafsson, 2007; Wells, 2012a, b]. Необходимо

Таблица 1. Разницы средних значений и дисперсий признаков в мужских и женских выборках тоджинцев, тувинцев, цаатанов, южных и северных алтайцев
 Table 1. Differences (Delta) of mean (M) and variance (SD) of characteristics in male and female samples Tozhu Tuvans, Tuvans, Tsaatans, Southern and the Northern Altaians

Признаки	Тоджинцы ($N_M = 52, N_J = 53$)			Тувинцы ($N_M = 38, N_J = 42$)			Цаатаны ($N_M = 27, N_J = 25$)			Южные алтайцы (алтай-кижи) ($N_M = 75, N_J = 83$)			Северные алтайцы ($N_M = 49, N_J = 45$)		
	Δ M_{M-J}	Δ SD_{M-J}	P	Δ M_{M-J}	Δ SD_{M-J}	P	Δ M_{M-J}	Δ SD_{M-J}	P	Δ M_{M-J}	Δ SD_{M-J}	P	Δ $M_{\sigma\text{♀}}$	Δ $SD_{\sigma\text{♀}}$	P
Возраст	1,5	1,84	нд	-1,2	-0,42	нд	-0,4	0,29	нд	0,4	0,2	нд	-3,1	-0,05	нд
Длина тела, см	9,3	0,29	<0,001	13,1	-0,36	<0,001	10,0	-1,43	<0,001	12,0	1,89	<0,001	10,4	0,60	<0,001
Масса тела, кг	3,1	-2,96	нд	6,0	2,03	<0,05	0,0	1,10	нд	9,6	3,22	<0,001	0,1	1,88	нд
Индекс массы тела	-1,5	-1,36	нд	-1,8	0,15	нд	-3,1	-0,58	<0,01	-0,1	0,16	нд	-3,4	-0,08	<0,001
Длина ноги, см	5,5	0,38	<0,001	8,1	-0,60	<0,001	6,4	0,10	<0,001	7,0	0,91	<0,001	6,6	0,34	<0,001
Диаметр плеч, см	3,7	0,23	<0,001	4,4	0,02	<0,001	2,6	-0,42	<0,001	4,9	0,44	<0,001	3,3	0,05	<0,001
Диаметр таза, см	-0,9	-0,40	<0,01	-0,1	-0,16	нд	-1,4	0,00	<0,001	0,3	0,27	нд	-0,8	0,11	<0,05
Трансверзальный диаметр груди, см	1,5	-0,19	<0,001	2,7	0,41	<0,001	1,4	0,04	<0,01	3,3	0,37	<0,001	1,7	0,81	<0,001
Сагиттальный диаметр груди, см	1,1	-0,28	<0,001	1,7	0,56	<0,001	1,6	-0,45	<0,01	2,7	0,36	<0,001	1,3	0,43	<0,01
Обхват груди, см	1,1	-3,06	нд	4,7	0,44	<0,05	1,3	-1,15	нд	8,2	1,42	<0,001	0,2	1,14	нд
Обхват талии, см	-2,3	-2,82	нд	0,1	-0,77	нд	-4,5	-1,55	нд	5,9	2,59	<0,01	-3,2	0,59	нд
Обхват ягодиц, см	-4,9	-1,95	<0,001	-3,4	0,21	<0,01	-6,6	-2,91	<0,01	-1,0	0,88	нд	-7,0	0,62	<0,001
Обхват плеча, см	-1,0	-0,69	нд	-0,1	0,09	нд	-2,4	-1,26	<0,01	1,5	0,27	<0,01	-1,2	0,77	нд
Обхват предплечья, см	1,1	-1,08	<0,001	2,2	-0,07	<0,001	1,2	-0,31	<0,05	2,9	0,11	<0,001	1,5	0,46	<0,01
ЖСК на спине, мм	-6,8	-4,75	<0,001	-4,8	-1,80	<0,01	-7,4	-0,53	<0,001	-4,9	-1,68	<0,001	-8,1	-1,81	<0,001
ЖСК над трицепсом (плечо1), мм	-7,0	-2,10	<0,001	-6,5	-0,05	<0,001	-8,8	-0,76	<0,001	-6,5	-0,49	<0,001	-8,0	-0,48	<0,001
ЖСК над бицепсом (плечо2), мм	-3,1	-1,45	<0,001	-2,9	-0,48	<0,001	-3,6	-2,13	<0,001	-2,8	-0,82	<0,001	-3,5	-1,05	<0,001
ЖСК на предплечье	-3,1	-1,45	<0,001	-3,2	-0,60	<0,001	-3,5	-2,03	<0,001	-2,3	-0,67	<0,001	-3,7	-0,48	<0,001
ЖСК на животе1 (прямая)	-5,3	-1,73	<0,001	-6,1	-0,89	<0,001	-7,5	0,47	<0,001	-3,0	1,17	<0,01	-5,0	0,60	<0,001

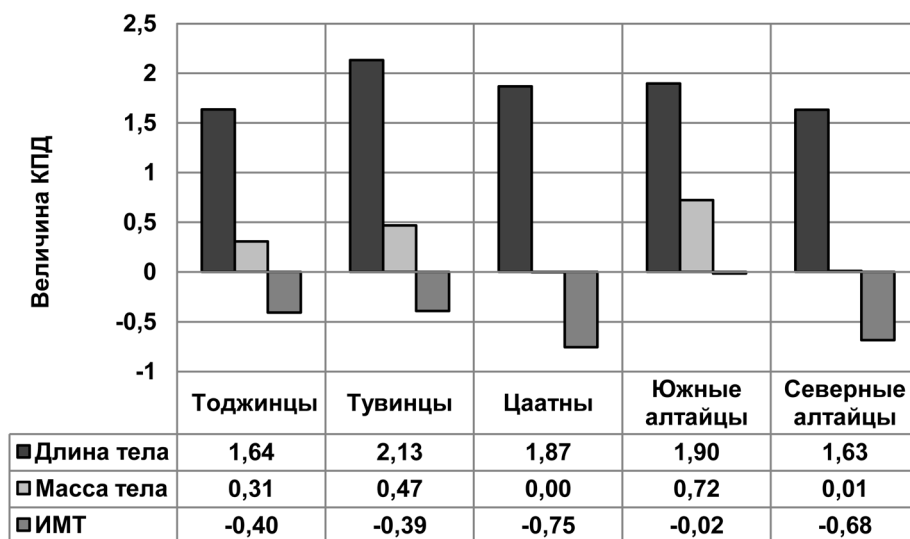


Рисунок 1. Коэффициенты полового диморфизма по тотальным размерам тела в исследуемых выборках
 Figure 1. Coefficients of sexual dimorphism based on total body size

Notes. X-axis marks the groups: Tozhu Tuvans, Tuvans, Tsaatans, Southern and the Northern Altaians; and characteristics in the table under the axis (in order): height, weight, BMI; Y-axis marks coefficient of sexual dimorphism.

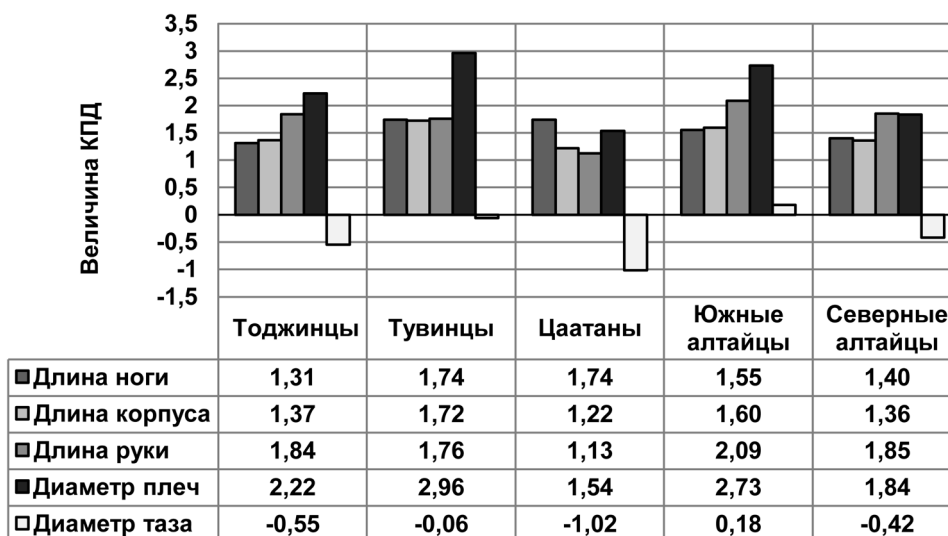


Рисунок 2. Коэффициенты полового диморфизма по продольным и поперечным размерам скелета в исследуемых выборках
 Figure 2. The coefficients of sexual dimorphism based on length measurements and diameters of the skeleton

Notes. X-axis marks the groups as in figure 1 and characteristics in the table under the axis (in order): length by leg, corpus, hand, biacromial and biiliac diameters; Y-axis marks coefficient of sexual dimorphism.

добавить, что различия между мужчинами и женщинами по этим признакам начинают формироваться достаточно рано в процессе роста и полового созревания [Godina et al., 2015, 2017].

Считается, что межпопуляционная изменчивость полового диморфизма по размерам скелета может объясняться несколькими причинами: историей происхождения в определенных экологических условиях, хозяйственной деятельностью,

гендерным распределением труда, уровнем социально-экономического развития, культурными традициями брака (полигиния, моногамия) и воспитания детей, влиянием секулярной изменчивости и т.д. [Holden, Mace, 1999; Gustafsson, 2007; Wells, 2012a, b]. В наших исследованиях ведущими факторами могут выступать единство происхождения в пределах географического ареала Алтае-Саянского нагорья и сходство хозяйственно-культурных

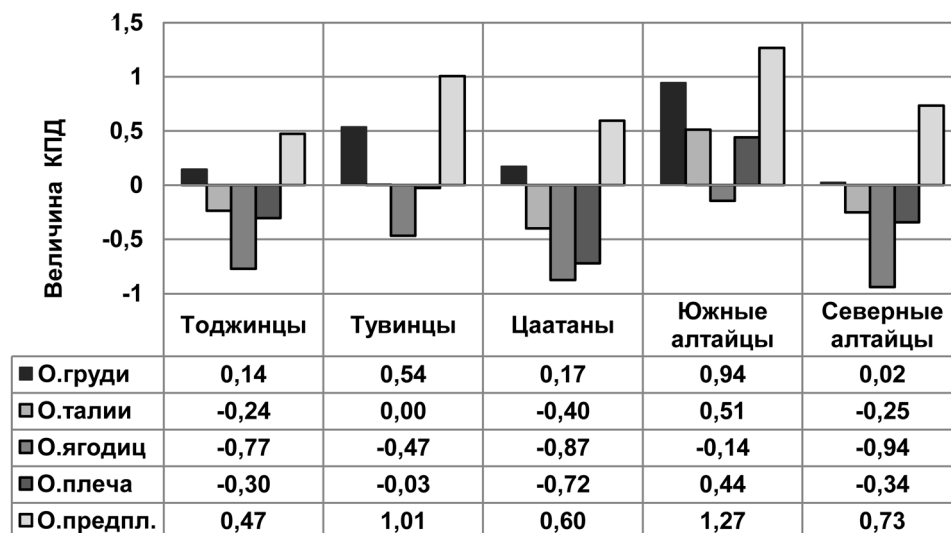


Рисунок 3. Коэффициенты полового диморфизма по обхватным размерам тела в исследуемых выборках
Figure 3. The coefficients of sexual dimorphism based on circumferences

Notes. X-axis marks the groups as in figure 1 and characteristics in the table under the axis (in order): circumferences by chest, waist, hip (gluteal), arm, forearm; Y-axis marks coefficient of sexual dimorphism.

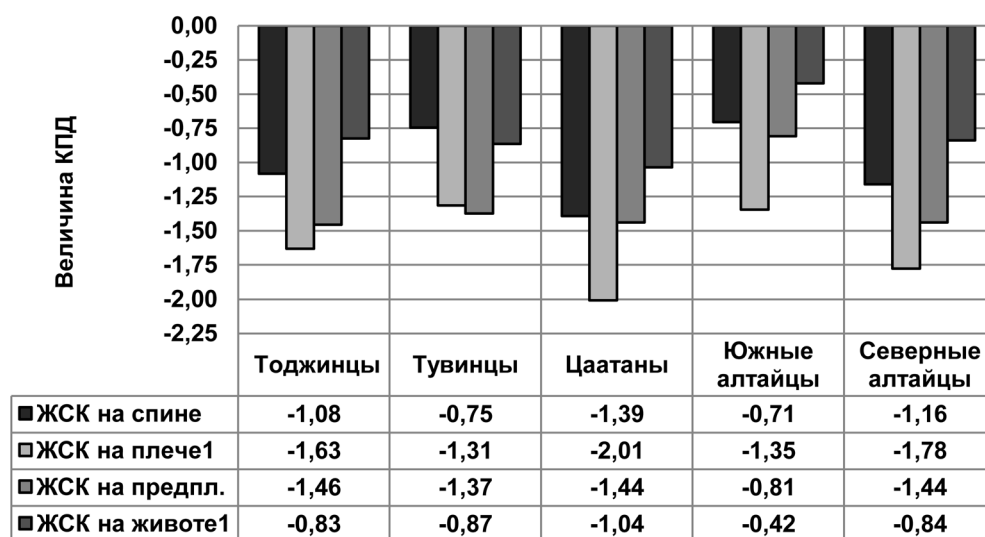


Рисунок 4. Коэффициенты полового диморфизма по кожно-жировым складкам в исследуемых выборках
Figure 4. The coefficients of sexual dimorphism based on skinfold thicknesses

Notes. X-axis marks the groups as in figure 1 and characteristics in the table under the axis (in order): skinfold thicknesses - subscapular, triceps, forearm, abdominal; Y-axis marks coefficient of sexual dimorphism.

комплексов [Антропозология ..., 2005]. С антропологической точки зрения морфологическая близость тувинцев и алтай-кижи и некоторая удаленность последних от северных алтайцев неоднократно подтверждалась в серии исследований [Аксянова, 2006, 2008]. Наблюдаемое сходство в проявлениях полового диморфизма по системе скелетных размеров в выборках тувинцев и алтай-кижи может объясняться и особенностями хозяйственной деятельности,

в которой преобладает занятие скотоводством (часто отгонно-пастбищным) в личных хозяйствах [Официальный сайт правительства... URL: <http://altai-republic.ru> (дата обращения 15.07.2018); Официальный интернет-портал Республики... URL: <http://gov.tuva.ru> (дата обращения 20.07.2018)].

В отличие от скелетных размеров тела, обхватные размеры и подкожное жиротложение характеризуются высоким уровнем внутривидовой

Таблица 2. Расстояние Махаланобиса по различным соматическим системам между мужскими и женскими выборками. Результаты канонического анализа по комплексу признаков в исследуемых группах

Table 2. Mahalanobis distance between male and female samples for different somatic systems. The results of the canonical analysis of the set of characteristics

Расстояния Махаланобиса						
Признаки	Тоджинцы	Тувинцы	Цаатаны	Алтай-кижи	Северные алтайцы	
Комплекс признаков (скелетные размеры, объемы, жировые складки, размеры головы)	17,14	18,31	17,32	23,65	17,85	
Продольно-поперечные размеры скелета	9,42	11,76	10,03	12,59	8,96	
Обхватные размеры	5,35	7,99	9,18	7,07	6,97	
Кожно-жировые складки	3,13	2,82	4,45	3,93	4,85	
Результаты канонического анализа по комплексу признаков. Все группы.						
Канонические переменные (Roots)	Межгрупповая дисперсия (Eigenvalue)	Каноническая корреляция (Canonic R)	Критерий Уилкса (Wilks' lambda)	Критерий Бартлетта (Chi-Sqr.)	Кол-во степеней свободы df	p-value
<i>Комплекс признаков (продольно-поперечные размеры скелета, объемы, жировые складки, размеры головы)</i>						
1-я	4,759	0,909	0,068	1250,95	144	0,000
2-я	0,441	0,553	0,393	435,08	120	0,000

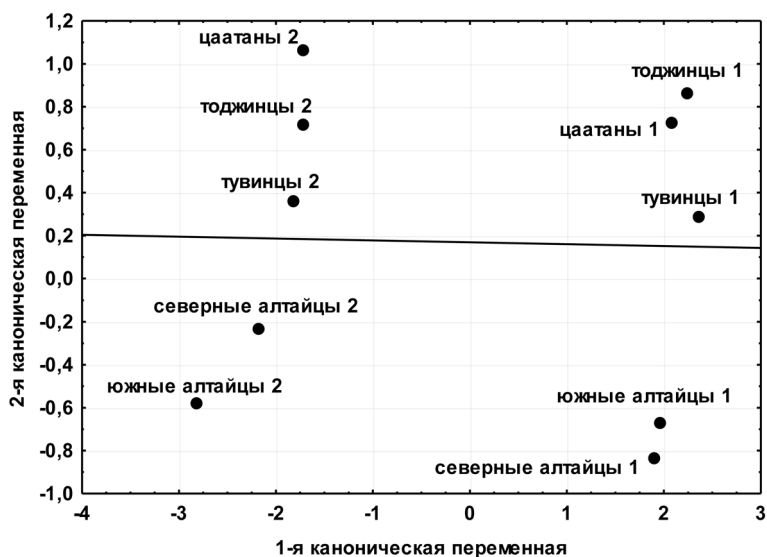


Рисунок 5. Результаты канонического анализа по комплексу признаков (средние значения – центроиды) в исследуемых группах: 1- женщины, 2 - мужчины

Figure 5. The results of the canonical analysis of the set of characteristics (the average values - the centroids) of the studied groups: 1 – females, 2 – males

Notes. The groups. Females: Tozhu Tuvans 1, Tuvans 1, Tsaatans 1, Southern 1, Northern Altaians 1. Males – 2; X-axis marks the average values of 1st Canonical Root, Y-axis marks the average values of 2nd Canonical Root.

изменчивости. Существенную роль играет окружающая среда и, в частности, образ жизни, который лежит в основе высокой экочувствительности развития мышечного и жирового компонентов [Marini et al., 2007; Чижикова, Смирнова, 2009; Кокоба, 2014]. Общеизвестно, что у мужчин и женщин, занятых в сельском хозяйстве, физические нагрузки велики и отражают в определенной степени половое разделение труда.

Положительные значения коэффициентов полового диморфизма наблюдаются у обхвата груди и предплечья во всех выборках, причем максимальные величины отмечаются у тувинцев и южных алтайцев. Причем, у тувинцев отсутствуют межполовые различия по обхвату талии и плеча, а у южных алтайцев, в отличие от других групп, по этим признакам фиксируются положительные значения КПД (рис. 3).

В данном случае, можно выделить два варианта полового диморфизма. Для алтай-кижи, и в меньшей степени, для тувинцев характерны положительные величины КПД всех обхватов тела и конечностей (исключение: окружность ягодиц) и невысокие отрицательные КПД по всем кожно-жировым складкам (рис. 3, 4). У тоджинцев, цаатанов и северных алтайцев отмечаются отрицательные КПД по обхватам (талии, плеча, ягодиц) и всем кожно-жировым складкам, что согласуется с данными других авторов [Marini et al. 2007; Чижикова, Смирнова, 2009; Кокоба, 2014; Зимина с соавт., 2015]. Максимальный уровень половых различий по величине подкожного жира наблюдается у цаатанов (рис. 4). Повышенное по сравнению с мужчинами развитие жирового отложения у женщин является необходимым условием для осуществления репродуктивной функции («энергетические депо») и рассматривается как адаптивный механизм, с помощью которого женский организм противостоит давлению средового стресса (большие физические нагрузки, недостаток питания и т.д.) [Leonard, 2018].

Для комплексной оценки уровня полового диморфизма были рассчитаны расстояния Махаланобиса, которые дают представление об удаленности мужских и женских выборок друг от друга, выполняя функцию еще одного показателя межполовой изменчивости (табл. 2). Расстояния, рассчитанные по продольно-поперечным размерам скелета, демонстрируют высокий уровень полового диморфизма во всех группах, но максимальные значения фиксируются у тувинцев и южных алтайцев. Обхватные размеры тела также показывают значительную межполовую изменчивость, которая определяется преимущественным развитием обхватов груди и предплечья у мужчин и обхватов

талии, бедер и плеча у женщин. Наименьшая половая дифференциация отмечается по системе кожно-жировых складок, что связано с высоким уровнем внутриволокнистой изменчивости подкожного жира [Дерябин, 2003; Marini et al., 2007].

В целом, по общему набору признаков, описывающих размеры тела и головы, самый высокий уровень полового диморфизма отмечается у южных алтайцев, что подтверждает результаты анализа коэффициентов полового диморфизма по всем соматическим системам (табл. 2). Расстояние Махаланобиса во всех остальных выборках почти равны, несколько большая величина отмечается у тувинцев.

На следующем этапе исследования проводился канонический дискриминатный анализ по комплексу признаков, результаты которого представлены в таблице 2. Наиболее значимыми признаками для разделения выборок мужчин и женщин оказались диаметры плеч и таза, обхваты талии, предплечья и ягодиц, масса тела и индекс массы тела, кожно-жировые складки над трицепсом, на предплечье, спине и животе, поперечный и продольный диаметры головы и длина тела.

На рисунке 5 все 10 выборок представлены средними значениями (центроидами) в координатах 2-х канонических переменных. Можно констатировать, что для всех групп характерен очень высокий уровень полового диморфизма (1-я КП). По 2-й КП произошло разделение алтайских и тувинских групп вместе с цаатанами. Для второй закономерности межгрупповой вариации (2-я КП) обнаруживается достаточно тесная связь ($R = 0,553$) и ее неслучайный характер ($P < 0,000$) (табл. 3).

Заключение

Подводя итоги проведенному предварительному исследованию, можно констатировать, что использование различных методических подходов в определении уровня полового диморфизма позволило лучше интерпретировать полученные результаты. Анализ коэффициентов полового диморфизма по различным соматическим системам в значительной степени подтвердился определением расстояний Махаланобиса и результатами канонического анализа. На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Во всех исследуемых выборках самый высокий уровень полового диморфизма характерен для продольно-поперечных размеров скелета; максимальная межполовая дифференциация отмечается у тувинцев и алтай-кижи.

2. По системе обхватных размеров и толщине подкожного жирового слоя выделено два варианта межполовой вариации: у алтай-кижи и тувинцев положительные (или нулевые) величины коэффициентов полового диморфизма отмечаются по всем обхватам (исключение обхват бедер) и невысокие отрицательные значения по кожно-жировым складкам; у тоджинцев, цаатанов и северных алтайцев – отрицательные коэффициенты полового диморфизма по обхватам талии, плеча, ягодиц и всем кожно-жировым складкам.
3. В целом, по разным соматическим системам для алтай-кижи и тувинцев характерны сходные структуры межполовой изменчивости, в отличие от тоджинцев, цаатанов и северных алтайцев.

В заключении необходимо добавить, что в дальнейшем на основе результатов внутригруппового анализа будет продолжено изучение межпопуляционной изменчивости полового диморфизма. Предварительно можно сделать предположение об основных причинах, объясняющих различия в уровнях полового диморфизма в исследуемых группах: единство происхождения, определившее морфологическую близость тувинцев и южных алтайцев, и особенности гендерного разделения труда (сходство хозяйственных комплексов у тувинцев и алтай-кижи). Особый интерес представляет выяснение дополнительных причин, детерминирующих структуру межполовой изменчивости у южных и северных алтайцев.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанного с публикацией данной статьи.

Благодарности

Антропологические обследования населения в экспедициях 2016-2017 гг. выполнены при финансовой поддержке гранта РФНФ 16-21-03002а.

Создание компьютерной базы данных и статистическая обработка материала выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ грант 18-09-00258.

Библиография

- Аксянова Г.А.* Антропология тюркских народов Сибири // Тюркские народы Сибири / отв. ред. Д.А. Функ, Н.А. Томилов. М.: Наука, 2006. С. 11-25. ISBN 5-02-033999-7.
- Аксянова Г.А.* Антропологическое изучение тюркских народов Восточной Сибири – тувинцев, тофаларов и долган // Тюркские народы Восточной Сибири / отв. ред. Д.А. Функ, Н.А. Алексеев. М.: Наука, 2008. С. 9-18. ISBN 978-5-02-035988-8.
- Антропозология Центральной Азии / Т.И. Алексеева, В.А. Бациевич, Р.М. Мунчаев и др.; под ред. Т.И. Алексеевой. М.: Научный мир, 2005. С. 6-126.*
- Бунак В.В.* Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941.
- Геодакян С.В.* Два пола. Зачем и почему? Эволюционная теория пола. М., 2011. 230 с.
- Дерябин В.Е.* Морфологическая типология телосложения мужчин и женщин. Деп. в ВИНТИ № 9-В 2003. М., 2003. 290 с.
- Дерябин В.Е.* Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М., 2008. С. 174-230.
- Зиминова С.Н., Гончарова Н.Н., Саливон И.И., Негашева М.А.* Влияние биосоциальных факторов на уровень полового диморфизма в современных популяциях городского и сельского населения // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2015. № 2. С. 34-44.
- Зиминова С.Н., Гончарова Н.Н., Негашева М.А.* Сравнение работоспособности показателей полового диморфизма (на примере антропологических исследований) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2017а. № 2. С. 4-11.
- Кокоба Е.Г.* Секулярные изменения морфологического статуса абхазов за последние десятилетия // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2014. № 2. С. 65-80.
- Лутвинова Н.Ю., Уткина М.И., Чтецов В.П.* Методические проблемы изучения вариаций подкожного жира // Вопросы антропологии, 1970. Вып. 36. С. 32-35.
- Официальный интернет-портал Республики Алтай. Электронный ресурс. URL: <http://altai-republic.ru> (дата обращения 15.07.2018).
- Официальный сайт правительства Республики Тыва. Электронный ресурс. URL: <http://gov.tuva.ru> (дата обращения 20.07.2018).
- Хомякова И.А., Балинова Н.В.* Антропологические исследования в Туве и Северной Монголии: тувинцы, тувинцы-тоджинцы, цаатаны // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2017а. № 2. С. 12-26.
- Хомякова И.А., Балинова Н.В.* Антропологические исследования в Республике Алтай: предварительный анализ морфологических особенностей северных и южных алтайцев // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2017б. № 4. С. 28-41.
- Чижикова Т.П., Смирнова Н.С.* Соматические характеристики в онтогенезе восточных башкир // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2009. № 2. С. 37-50.

Сведения об авторах

Хомякова Ирина Анатольевна, к.б.н.;
ORCID ID: 0000-0002-2811-2034; irina-khomyakova@yandex.ru;
Балинова Наталья Валерьевна, к.б.н.;
ORCID ID: 0000-0001-9493-6544, balinovs@mail.ru.

Khomyakova I.A.¹⁾, Balinova N.V.²⁾¹⁾ *Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia;*²⁾ *Federal state budgetary institution «Research Centre for Medical Genetics», Moskvorechie st., 1, Moscow, 115522, Russia*

SEXUAL DIMORPHISM IN POPULATIONS OF SOUTHERN SIBERIA: INTER-GROUP ANALYSIS

Materials and methods. *Studies groups are two groups of Tuvinians, Tsaatans of Northern Mongolia, southern (Altai Kizhi), and northern Altaians. All the measurements were made according to the rules of bioethics and protocols of informed consent, data was anonymized. Samples from the populations have been selected randomly. Anthropometric measurements were made with standard methods using GPM anthropometric instruments. The research program included measuring the longitudinal and transverse dimensions of the skeleton, the circumferences, the skinfold thicknesses at various points, the head dimensions. Differences in the mean values of characteristics and variances between male and female samples were calculated. The significance of differences was tested with the Student's test and the Mann-Whitney test. The coefficients of sexual dimorphism (CSD) were calculated. To analyze intergroup differences, a canonical discriminant analysis was carried out; the Mahalanobis distance criterion was used as a complex multidimensional characteristic of sexual dimorphism.*

Results and discussion. *Skeleton size (lengths of the body, leg, arm, and trunk, width of the shoulders), circumferences, and subcutaneous fat deposition in all samples have a high level of sexual dimorphism. Tuvinians and Altai Kizhi have the highest sexual variation in skeleton dimensions. This groups also have the largest Mahalanobis distances between males and females for a set of characteristics.*

Keywords: human variability; somatology; Tuvinians, Tsaatans of Northern Mongolia; Southern (Altai Kizhi) and Northern Altaians

References

Aksyanova G.A. *Antropologiya tyurkskikh narodov Sibiri* [Anthropology of the Turkic peoples of Siberia]. In *Tyurkskie narody Sibiri / Otv. red. D.A. Funk, N.A. Tomilov* [The Turkic peoples of Siberia / Eds. D.A. Funk, N.A. Tomilov]. Moscow, Nauka Publ., 2006, pp. 11-25. ISBN 5-02-033999-7. (In Russ.).

Aksyanova G.A. *Antropologicheskoe izuchenie tyurkskikh narodov Vostochnoj Sibiri – tuvincev, tofalarov i dolgan* [Anthropological study of the Turkic peoples of Eastern Siberia-Tuvans, Tofalars and Dolgans]. In *Tyurkskie narody Vostochnoj Sibiri / otv. red. D.A. Funk, N.A. Alekseev* [The Turkic peoples of Eastern Siberia / Eds. D.A. Funk, N.A. Alekseev]. Moscow, Nauka Publ., 2008, pp. 9-18. ISBN 978-5-02-035988-8. (In Russ.).

Antropoehkologiya Central'noj Azii. Otv. red. T.I. Alekseeva, V.A. Bacevich, R.M. Munchaev i dr. [Anthropoecology of Central Asia. Eds. T.I. Alekseeva, V.A. Batsevich, R. M. Munchaev et al. Moscow, Nauchnyj Mir Publ., 2005, pp. 6-126. (In Russ.).

Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941. 368 p. (In Russ.).

Geodakyan S.V. *Dva pola. Zachem i pochemu? E'volyucionnaya teoriya pola* [Two sexes. Why? Evolutionary theory of sex]. Moscow, 2011. 230 p. (In Russ.).

Deryabin V.E. *Morfologicheskaya tipologiya teloslozheniya muzhchin i zhenshchin* [Morphological typology of male and female physique]. Dep. v VINITI № 9-V 2003. Moscow, 2003. 290 p. (In Russ.).

Deryabin V.E. *Kurs lekciy po mnogomernoj biometrii dlya antropologov* [Lectures on multivariate biometrics for anthropologists]. Moscow, 2008, pp. 174-230. (In Russ.).

Kokoba E.G. *Sekulyarnye izmeneniya morfologicheskogo statusa abhazov za poslednie desyatiletia* [Secular changes in body morphology of the adult Abkhazian population in the last decades]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2014, 2, pp. 65-80. (In Russ.).

Zimina S.N., Goncharova N.N., Salivon I.I., Negasheva M.A. *Vliyanie biosocial'nyh faktorov na uroven' polovogo dimorfizma v sovremennyh populyaciyah gorodskogo i sel'skogo naseleniya* [Influence of biological and social factors on the level of gender dimorphism in contemporary urban and rural population]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2015, 2, pp. 34-44. (In Russ.).

Zimina S.N., Goncharova N.N., Negasheva M.A. *Sravnenie rabotosposobnosti pokazatelej polovogo dimorfizma (na primere antropologicheskikh issledovanij)* [Various indicators of sexual dimorphism and their efficiency in anthropological studies]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2017, 2, pp. 4-11. (In Russ.).

Lutovinova N.YU., Utkina M.I., Chtecov V.P. *Metodicheskie problemy izucheniya variacij podkozhnogo zhira* [Methodological problems of studying variations of subcutaneous fat]. *Voprosy*

- antropologii* [Anthropology. Bulletin], 1970, 36, pp. 32-35. (In Russ.).
Oficial'nyj internet-portal Respubliki Altaj. Elektronnyj resurs. URL: <http://altai-republic.ru> (Accessed: 15.07.2018) [Official Internet portal of the Altai Republic. Electronic resource. URL: <http://altai-republic.ru> (Accessed: 15.07.2018)]. (In Russ.).
Oficial'nyj sayt pravitel'stva Respubliki Tyva. Elektronnyj resurs. URL: <http://gov.tuva.ru> (Accessed: 20.07.2018) [Official website of the government of the Republic of Tuva. Electronic resource. URL: <http://gov.tuva.ru> (Accessed: 20.07.2018)]. (In Russ.).
Khomyakova I.A., Balinova N.V. Antropologicheskie issledovaniya v Tuve i Severnoj Mongolii: tuvincy, tuvincy-todzhincy, caatany [Anthropological studies in Tuva and Northern Mongolia: tuvans, tozhu tuvans, tsaatans]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2017a, 2, pp. 12-26. (In Russ.).
Khomyakova I.A., Balinova N.V. Antropologicheskie issledovanie v Respublike Altaj: predvaritel'nyj analiz morfologicheskikh osobennostej severnyh i yuzhnyh altajcev [Anthropological research in the Altai Republic: Preliminary analysis of the morphological features of the Southern and Northern Altaians]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2017b, 4, pp. 28-41. (In Russ.).
Chizhikova T.P., Smirnova N.S. Somaticheskie harakteristiki v ontogeneze vostochnykh bashkir [Somatic characteristics in the ontogeny of Eastern Bashkirs]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2009, 2, pp. 37-50. (In Russ.).
Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V. Secular changes in body dimensions and sexual maturation in children of Arkhangel'sk city. *Anthropol. Anz. J. Biol. Clin. Anthropol.* Published online December 2015. DOI: 10.1127/anthranz/2015/0599.
Godina E.Z., Khomyakova I.A., Zadorozhnaya L.V. Patterns of Growth and Development in Urban and Rural Children of the Northern Part of European Russia. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 2017, 45 (1). pp. 146-156. DOI: 10.17746/1563-0110.2017.45.1.146-156
Gustafsson A., Werdelin L., Tullberg B.S., Lindfors P. Stature and Sexual Stature Dimorphism in Sweden, from the 10th to the End of the 20th Century. *American Journal of Human Biology*, 2007, 19, pp. 861-870. DOI: 10.1002/ajhb.
Holden C., Mace R. Sexual Dimorphism in Stature and Women's Work: A Phylogenetic Cross-Cultural Analysis. *Am J Phys Anthropol.* 1999, 110, pp. 27-45.
Kurki H.K., Decrausaz S-L. Shape variation in the human pelvis and limb skeleton: Implications for obstetric adaptation. *Am J Phys Anthropol.*, 2016, 169, pp. 630-638. DOI: 10.1002/ajpa.22922.
Leonard W.R. Centennial perspective on human adaptability. *Am J Phys Anthropol.*, 2018, 165, pp. 813-833. DOI: 10.1002/ajpa.23401.
Marini E., Rebato E., Racugno W., Buffa R., Salces I. et al. Dispersion dimorphism in human populations. *Am J Phys Anthropol.*, 2005, 127(3), pp. 342-350.
Marini E., Cabras S., Rebato S., Buffa R., Salces I. et al. Sex differences in skinfold variability across human populations and during the life cycle. *Annals of Human Biology*, 2007, 34(3), pp. 377-392.
Wells J.C.K. Sexual dimorphism in body composition across populations: Associations with climate and proxies for short- and long-term energy supply. *American Journal of Human Biology*, 2012b, 24, pp. 411-419. DOI: 10.1002/ajhb.22223.
Wells J.C.K., DeSilva J.M., Stock J.T. The Obstetric Dilemma: An Ancient Game of Russian Roulette, or a Variable Dilemma Sensitive to Ecology? *Yearbook of Physical Anthropology*, 2012b, 55, pp. 40-71. DOI 10.1002/ajpa.22160.

Authors' information

Khomyakova Irina A., PhD., ORCID ID: 0000-0002-2811-2034; irina-khomyakova@yandex.ru;
Balinova Natalia V., PhD., ORCID ID: 0000-0001-9493-6544, balinovs@mail.ru.