

Хомякова И.А.<sup>1)</sup>, Балинова Н.В.<sup>2)</sup>, Задорожная Л.В.<sup>1)</sup>,  
Анисимова А.В.<sup>1)</sup>, Бондарева Э.А.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии,  
125009, ул. Моховая, д. 11, Москва, Россия

<sup>2)</sup> ФГБНУ «Медико-генетический научный центр имени академика Н.П. Бочкова»,  
115522, ул. Москворечье, д. 1, Москва, Россия

## МЕЖГРУППОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОБХВАТНЫХ РАЗМЕРОВ ТЕЛА И ПОДКОЖНОГО ЖИРООТЛОЖЕНИЯ У МОЛОДЫХ МУЖЧИН РАЗЛИЧНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП

**Введение.** Настоящее исследование посвящено межгрупповой изменчивости обхватных размеров тела, величины и топографии подкожного жираотложения в выборках молодых мужчин различной этнической принадлежности.

**Материалы и методы.** Использованы материалы антропометрических обследований русских мужчин из различных регионов России, коренных алтайцев и тувинцев из республик Алтай и Тыва в 2015-2019 гг. Антропометрические измерения проводились по стандартным методикам НИИ и Музея антропологии МГУ при помощи антропометрических инструментов системы GPM (DKSH, Швейцария) и Holtain (Holtain Ltd, Великобритания). Для определения состава тела методом биоимпедансометрии использовался прибор ABC-02 Медасс («Медасс», Россия). Анализировались обхватные размеры тела, величина кожно-жировых складок в различных точках тела, показатели биоимпедансометрии и индексы центрального жираотложения. Математическая обработка данных осуществлялась с помощью стандартного пакета Statistica 10. Для изучения топографии подкожного жираотложения проводился дискриминантный (канонический) анализ. Материалы собраны случайным образом среди населения данных территорий, анонимно, с соблюдением правил биоэтики и подписанием протоколов информированного согласия.

**Результаты.** Сравнительный анализ основных статистических параметров в трех этнических выборках мужчин показал отсутствие значимых различий по индексу массы тела, количеству жировой массы, большинству обхватных размеров. Межгрупповая изменчивость отчетливо проявилась в толщине кожно-жировых складок, в индексе центрального ожирения (обхват талии/длина тела), в соотношении обхватов талии и бедер, а также в индексе ожирения тела (BAI). У тувинцев величина кожно-жировых складок в области живота и на внутренней поверхности плеча достоверно больше, чем у русских и алтайцев; у русских средние значения всех индексов жираотложения значимо меньше, чем у алтайцев и тувинцев. Дискриминантный канонический анализ комплекса обхватных размеров тела и кожно-жировых складок показал преимущественное развитие обхватов талии, плеча и подкожного жираотложения на корпусе у алтайцев и тувинцев по сравнению с русскими.

**Заключение.** Характер межгрупповой изменчивости свидетельствует о предрасположенности алтайцев и тувинцев к центральному типу жираотложения, что может рассматриваться как результат адаптации в условиях экологических стрессов у большинства монголоидных популяций Южной Сибири.

**Ключевые слова:** морфология человека; этническая принадлежность; антропометрия; подкожное жираотложение; абдоминальное жираотложение; состав тела

## Введение

В настоящее время в большинстве работ, направленных на изучение проблем общественного здравоохранения и профилактику метаболического синдрома, наряду с физиологическими показателями (дислипидемия, дисгликемия, центральное ожирение, гипертония и резистентность к инсулину), как правило, используется целый ряд антропометрических признаков, характеризующих особенности телосложения и величину жировоголожения. В эпидемиологических исследованиях и в клинической практике широко применяются показатели индекса массы тела, окружности талии и бедер, величины кожно-жировых складок, состава тела и т.д. для расчета рисков увеличения числа заболеваний и сокращения продолжительности жизни в той или иной группе или популяции. Стремительно развивающаяся пандемия ожирения способствовала поиску наилучших по простоте измерения и стоимости антропометрических методов для выявления предикторов развития метаболического синдрома и неинфекционных заболеваний (сердечно-сосудистых, диабета 2-го типа, онкологических и т.д.). В популяционных исследованиях для диагностики избыточного веса и ожирения по-прежнему широко используется традиционный индекс массы тела (ИМТ), который является вполне адекватным показателем ожирения. Тем не менее, во многих работах предлагается сопровождать ИМТ показателями формы тела - окружностью талии и/или простыми индексами регионального распределения жира в организме - отношением окружности талии к бедрам (WHR) или отношением талии к длине тела (WHtR). В настоящее время имеются убедительные доказательства того, что центральное (абдоминальное) ожирение несет больше рисков для здоровья по сравнению с общим ожирением, оцениваемым по индексу массы тела [Роккина с соавт., 2021; Despres, 2001; Ashwell, Hsieh, 2005; Corrêa et al., 2019; Pasanta et al, 2021]. Систематический обзор и мета-анализ, проведенные в 2012 году с участием более 300 тысяч человек, показали интересные результаты использования индекса WHtR для выявления «ранних» кардиометаболических факторов риска у обоих полов и в нескольких этнических группах, демонстрируя его превосходство над ИМТ и окружностью талии [Ashwell et al., 2011; Ashwell, Gibson, 2016]. В

других исследованиях было установлено, что WHtR, являясь информативным показателем ожирения, тесно связан с рядом факторов образа жизни, а также с психологическим здоровьем [Tomas et al., 2019]. Поиски наиболее адекватного метода для оценки ожирения в популяциях привели к появлению еще одного альтернативного параметра - индекса ожирения тела BAI, который включает окружность бедер и длину тела и рассчитывается по формуле  $ОБ/ДТ^{1.5}$ -18. По мнению автора, предложившего и опробовавшего индекс BAI, он может быть использован для отражения содержания жира в организме взрослых мужчин и женщин разной этнической принадлежности [Bergman, 2011]. Повышенный интерес к проблеме этнической и расовой обусловленности особенностей телосложения в различных популяциях определяется важнейшими задачами современного здравоохранения, заключающимися в ранней диагностике и профилактике абдоминального ожирения и кардиометаболических рисков. Этническая принадлежность включает множество различных компонентов, которые могут рассматриваться как факторы влияния, в число которых входят генетические маркеры, в частности, полиморфизм гена FTO, изменчивость в моделях роста и созревания, морфологическая изменчивость состава тела, практика физических упражнений, социальный статус, образ жизни, отношении к продуктам питания и т.д. Современное состояние проблемы изменчивости указанных компонентов и связанных с ними кардиометаболических рисков бесспорно требует дальнейших исследований. Более биологический подход может помочь расширить понимание этнических групп в связи с поиском значимых предикторов неинфекционных заболеваний [Бондарева с соавт., 2018; Бондарева с соавт., 2019; Роккина с соавт., 2021; Gavin et al., 2011; Wells, 2012b; Rajput et al., 2014; Zeng et al., 2014; Ahmed, Ismail, 2019].

Целью настоящей работы является изучение особенностей телосложения – периметров тела, топографии подкожного жировоголожения и состава тела у молодых мужчин в связи с этнической и расовой принадлежностью. В процессе исследования решается фундаментальная задача современной антропологии изучения морфологической изменчивости современного человека с помощью традиционных антропометрических методов и биоимпедансометрии.

## Материалы и методы

В настоящей работе использованы материалы комплексных антропологических обследований взрослого населения различных регионов РФ, проведенных в период с 2015 по 2019 г. на базе высших учебных заведений Москвы, Горно-Алтайска (Республика Алтай) и Кызыла (Республика Тыва), фельдшерско-акушерских пунктов в населенных пунктах Алтая и Тывы, а также в НИИ и Музее антропологии МГУ. Антропометрическое обследование проводилось по стандартным методикам [Бунак, 1941; Лутовинова с соавт., 1970] с использованием антропометрических инструментов системы GPM (Siber-Hegner GPM, Швейцария, Цюрих). Толщина кожно-жировых складок измерялась калипером Таннер-Уайтхауса (Holtain, Великобритания). Оценку компонентов состава тела проводили по результатам биоимпедансометрии с помощью прибора ABC-02 «Медасс» (ООО НТЦ «Медасс», Москва) [Николаев с соавт., 2009]. Для изучения межгрупповой изменчивости распределения подкожного жира рассматривались обхватные размеры (периметры) тела как интегративные показатели развития мышечного и жирового компонентов тела и величина кожно-жировых складок в различных точках тела у молодых мужчин 18-30 лет. Все признаки, которые были включены в анализ, представлены в таблице 1 с некоторыми сокращениями: обхват бедра 1 – под ягодичной складкой, ЖСК – кожно-жировые складки, ЖСК на животе 1 – вертикальная или прямая (абдоминальная), ЖСК на животе 2 – диагональная или косая складка над подвздошным гребнем. Для оценки центрального ожирения были рассчитаны следующие показатели: индекс центрального ожирения = отношение обхвата талии к длине тела или WHtR (waist-to-height ratio); индекс отношения обхвата талии к обхвату ягодиц или WHR (waist-to-hip ratio); индекс жировоголожения тела, или BAI (body adiposity index) = обхват ягодиц, см / длина тела, м<sup>1,5</sup> – 18; ИМТ (BMI) = масса тела, кг / (длина тела, м)<sup>2</sup>.

Перед антропометрическим обследованием проводилось анкетирование, в ходе которого обследуемым предлагалось ответить на следующие вопросы: дата рождения, этническое самоназвание, место рождения и проживания,

образование и профессия, занимается спортом (профессиональным или любительским) или нет. По результатам анкетирования были сформированы 3 выборки с учетом этнической принадлежности: русские мужчины, коренные алтайцы и коренные тувинцы. Русские мужчины, представляющие европеоидное население, родились и проживают в Москве и Московской области (58%) и других регионах РФ (42%, в том числе 22% в Республике Алтай), численность выборки 113 человек. Коренные алтайцы, родившиеся и проживающие в Горно-Алтайске (29%) и различных районах Республики Алтай в антропологическом отношении могут быть отнесены к центрально-азиатскому и южно-сибирскому антропологическим типам, численность выборки 107 человек. Коренные тувинцы, родившиеся и проживающие в Кызыле (26%) и различных районах Республики Тыва, рассматриваются как представители центрально-азиатского антропологического типа, численность выборки 123 человека. Более подробная информация о принадлежности коренных алтайцев и тувинцев к различным антропологическим типам сибирских монголоидов с соответствующими ссылками на многочисленные работы российских историков, этнологов и антропологов представлена в предыдущих работах авторов [Хомякова, Балинова, 2017а,б; Хомякова, Балинова, 2020а].

Математическая обработка полученных данных проводилась с помощью стандартного пакета статистических программ Statistica 10 (StatSoft, США). Вычислялись основные статистические параметры исследуемых признаков, достоверность различий между выборочными средними определялась с помощью непараметрического теста Краскела-Уоллиса (исключение: длина тела). Для оценки уровня связи между рассматриваемыми признаками рассчитывались коэффициенты корреляции Спирмена. Анализ особенностей телосложения и топографии жировоголожения в исследуемых выборках проводился с помощью дискриминантного канонического анализа, который позволяет определить основные направления соотносительной изменчивости какого-либо набора признаков. Предпочтительное использование этого метода многомерной статистики для изучения

межгрупповой изменчивости неоднократно обсуждалась в работах российских антропологов [Клевцова, 1984; Дерябин, Пурунджан, 1990; Дерябин, 2008]. Помимо основных результатов канонического анализа (величина канонической корреляции, процент изменчивости и т.д.) были получены индивидуальные оценки канонических переменных (КП) по обхватным размерам тела, кожно-жировым складкам и комплексу признаков, далее для сравнения выборочных средних значений КП использовался непараметрический тест Краскела-Уоллиса.

Все материалы были собраны случайным образом анонимно, с соблюдением правил биоэтики (получено положительное заключение локального комитета по биоэтике биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова №91-о от 24.05.2018 г.) и подписанием протоколов информированного согласия. В соответствии с законом о персональных данных, материалы были деперсонифицированы.

## Результаты

В таблице 1 представлены основные статистические параметры морфометрических признаков, индексов и показателей состава массы тела в трех выборках молодых мужчин. Анализ выборочных средних с определением значимости различий демонстрирует следующие результаты: наибольшая длина и вес тела, обхваты груди, бедер (ягодиц) и голени характерны для русских мужчин, напротив, величина всех кожно-жировых складок больше у алтайцев и тувинцев. Значимый уровень межгрупповой вариации характерен для кожно-жировых складок на верхней конечности, а различия по толщине складок на спине и животе либо невелики (у русских и тувинцев  $p < 0,05$ ), либо вовсе отсутствуют. В то же время, доказана достоверность различий ( $p \leq 0,001$ ) при сравнении средних значений индексов WHtR, WHR, BAI, которые отражают соотношения обхватных размеров (тали и бедер) и длины тела. Эти показатели очень близки у алтайцев и тувинцев, и они больше, чем у русских. Результаты биоимпедансного анализа не показывают различий ни в абсолютном, ни в относительном коли-

честве жировой массы, в то же время, абсолютные значения активной клеточной (АКМ), скелетно-мышечной (ССМ) и обезжиренной (тощей) масс (ТМ) тела больше у русских, а относительные значения этих показателей больше у алтайцев и тувинцев (табл. 1).

Дальнейшее изучение межгрупповой изменчивости заключалось в поиске различий по выраженности тех или иных сочетаний признаков, которые отражают какие-либо направления изменчивости (соматотипологические оси) и могут быть в различной степени свойственны представителям той или иной этно-территориальной группы. Для достижения этой цели проводился дискриминантный канонический анализ по различным наборам признаков, все основные результаты анализа приводятся в таблице 2.

В первый набор признаков были включены все обхватные размеры на корпусе и конечностях (9 признаков), но в дальнейшем по результатам пошагового дискриминантного анализа были исключены обхваты плеча напряженного, предплечья и бедра. Следует отметить, что уменьшение количества признаков до 5 (обхваты груди, талии, ягодиц, плеча и голени) не повлияло на результаты канонического анализа, и уровень дискриминации групп по сочетанию обхватных размеров понизился незначительно. Доказана неслучайная дифференциация выборки по двум осям изменчивости, что подтверждается достоверными различиями средних значений 1 и 2 канонических переменных (КП). Величина стандартизованных коэффициентов показывает вклад каждого признака в 1 и 2 канонические переменные и позволяет интерпретировать межгрупповую вариацию. Первый дискриминатор (КП-1) разделяет выборку русских и 2 другие выборки и дает основание констатировать, что у русских мужчин относительно больше обхваты груди и голени, а у алтайцев и тувинцев – обхваты талии (самая большая величина коэффициента) и плеча. Второй дискриминатор (КП-2) дифференцирует южносибирские выборки: у алтайцев бóльший вклад в соотносительную изменчивость признаков вносят обхват груди и плеча, а у тувинцев – обхват талии и голени (табл. 2).



На рисунке 1 представлены средние значения канонических переменных для всех выборок, наглядно иллюстрирующие полюса изменчивости по системе обхватных размеров тела. Значимые различия по КП-1 отмечены между выборкой русских и с каждой из выборок алтайцев и тувинцев ( $p < 0,001$ ), по КП-2 между выборками алтайцев и тувинцев. Необходимо уточнить, что различия между алтайцами и тувинцами по комплексу обхватных размеров невелики и составляют 0,528 сигмы, тем не менее, они достоверны ( $p = 0,003$ ) (табл.2).

Второй набор признаков включал 6 кожно-жировых складок: на спине под лопаткой, на плече над трицепсом и бицепсом, на предплечье и 2 складки на животе (абдоминальную и над подвздошным гребнем). В данном случае уровень дискриминации выборок по осям изменчивости подкожного жиротложения значительно ниже, чем по обхватным размерам тела, тем не менее, неслучайный характер межгрупповой вариации доказан для двух КП.

**Таблица 1. Основные статистические параметры морфологических признаков в трех выборках мужчин**  
**Table 1. Basic statistical parameters of morphological features in the three samples of males**

Признаки	Русские (1) N=113		Алтайцы (2) N=107		Тувинцы (3) N=123		p-values (Student's test and Kruskal-Wallis)		
	M	SD	M	SD	M	SD	1:2	1:3	2:3
Средний возраст, лет	20,4	3,56	22,6	3,62	21,9	3,70	0,000	0,000	
Длина тела, (см)	177,7	6,57	171,8	6,70	169,0	6,10	0,000	0,000	0,047
Вес (кг)	72,4	11,00	68,9	13,89	65,6	11,23	0,004	0,000	–
Индекс массы тела (ИМТ)	22,9	2,99	23,2	3,83	22,9	3,35	–	–	–
Обхват груди (см)	90,8	6,25	90,3	8,01	88,6	6,70	–	0,017	–
Обхват талии (см)	76,5	6,77	78,1	8,90	78,1	7,52	–	–	–
Обхват бедер (см)	95,1	6,20	93,2	6,71	92,5	6,56	0,019	0,001	–
Обхват плеча расслабленного (см)	29,7	3,19	29,9	3,48	29,4	3,14	–	–	–
Обхват предплечья (см)	26,4	2,01	26,3	2,26	25,8	1,94	–	–	–
Обхват бедра 1 (см)	55,8	5,25	54,7	5,25	55,3	5,11	–	–	–
Обхват голени (см)	37,4	2,62	35,2	3,34	35,1	2,66	0,000	0,000	–
ЖСК на спине под лопаткой (мм)	9,7	3,43	9,8	4,48	10,3	4,39	–	–	–
ЖСК над трицепсом (мм)	6,9	2,99	7,8	3,66	7,7	3,84	0,020	–	–
ЖСК над бицепсом (мм)	3,0	1,02	3,2	1,19	3,5	1,44	–	0,005	–
ЖСК на предплечье (мм)	3,6	1,31	4,3	1,93	4,0	1,87	0,009	–	–
ЖСК на животе 1 (мм)	11,5	6,64	12,4	8,00	13,4	8,17	–	–	–
ЖСК на животе 2 (мм)	8,7	5,47	9,5	5,75	11,0	6,92	–	0,016	–
О. талии/ДТ (WHtR)	0,43	0,04	0,45	0,05	0,46	0,04	0,000	0,000	–
О. талии/О. бедер (WHR)	0,80	0,04	0,84	0,05	0,84	0,04	0,000	0,000	–
Индекс ожирения тела (BAI)	22,2	2,62	23,43	2,63	24,1	2,91	0,001	0,000	–
Результаты биоимпедансного анализа									
	N=95		N=57		N=100		p-values (test Kruskal-Wallis)		
Абсолютное кол-во ЖМ (кг)	11,7	5,30	12,7	7,41	10,7	6,04	–	–	–
Абсолютное кол-во АКМ (кг)	36,1	4,50	34,3	5,64	34,2	4,30	0,011	0,000	–
Абсолютное кол-во СММ (кг)	33,9	3,48	31,5	4,14	31,1	3,52	0,000	0,000	–
Абсолютное кол-во БМТ (кг)	60,7	6,82	57,7	8,78	56,4	6,60	0,006	0,000	–
Относительное кол-во ЖМ (%)	15,7	5,26	17,1	6,04	15,2	5,96	–	–	–
Относительное кол-во АКМ (%)	50,1	3,64	53,3	5,72	51,3	4,06	0,001	–	0,038
Относительное кол-во СММ (%)	47,3	4,13	49,4	5,96	46,9	4,69	0,044	–	0,010
Относительное кол-во БМТ (%)	84,3	5,26	83,2	6,35	84,6	6,05	–	–	–

Величина коэффициентов 1-ой канонической переменной показывает наибольший вклад кожно-жировых складок на животе, над бицепсом и на предплечье. Таким образом, по первой оси изменчивости разделились выборки алтайцев и тувинцев: у алтайцев относительно больше жиротложение на предплечье и на животе в абдоминальной области, у тувинцев – на внутренней поверхности плеча и над подвздошным гребнем тазовой кости ( $p < 0,001$ ). Среднее значение КП-1 у русских близко к нулю, тем не менее, по этому показателю они достоверно отличается от коренных алтайцев ( $p < 0,01$ ). По второй оси изменчивости (КП-2) наибольшие различия отмечены между выборками русских и тувинцев ( $p < 0,001$ ), и в меньшей степени между русскими и алтайцами ( $p < 0,001$ ): у русских мужчин относительно больше подкожного жира на спине, у тувинцев и алтайцев – над подвздошным гребнем и на плече (табл. 2, рис. 1).

Дополнительно канонический анализ проводился по комплексу обхватных размеров тела и кожно-жировых складок (всего 8 признаков). Величина канонической корреляции достаточно высокая ( $R = 0,622$ ), что свидетельствует о существенной межгрупповой вариации по данному набору признаков. Первая каноническая

переменная имеет самые высокие стандартизованные коэффициенты у всех обхватных размеров и кожно-жировых складок в области живота (особенно у складки над подвздошным гребнем), что позволяет выделить два полюса изменчивости. Русские мужчины отличаются повышенным развитием обхватов груди и голени и незначительным подкожным жиротложением, для алтайцев и тувинцев характерны большие обхваты талии и плеча в сочетании с повышенным подкожным жиром в области живота. Вторая переменная имеет высокие нагрузки на признаки, характеризующие топографию подкожного жиротложения и некоторые обхваты, и дифференцирует южносибирские выборки. Для алтайцев характерно преимущественное развитие кожно-жировых складок на животе 1 (абдоминальная) и над трицепсом, обхватов груди и плеча, а для тувинцев – развитие жировых складок на животе 2 (над подвздошным гребнем) и над бицепсом, обхватов талии и голени (табл. 2., рис. 2).

На рисунке 3 представлены области рассеивания индивидуальных значений в пространстве двух канонических переменных по комплексу признаков (рис. 3).

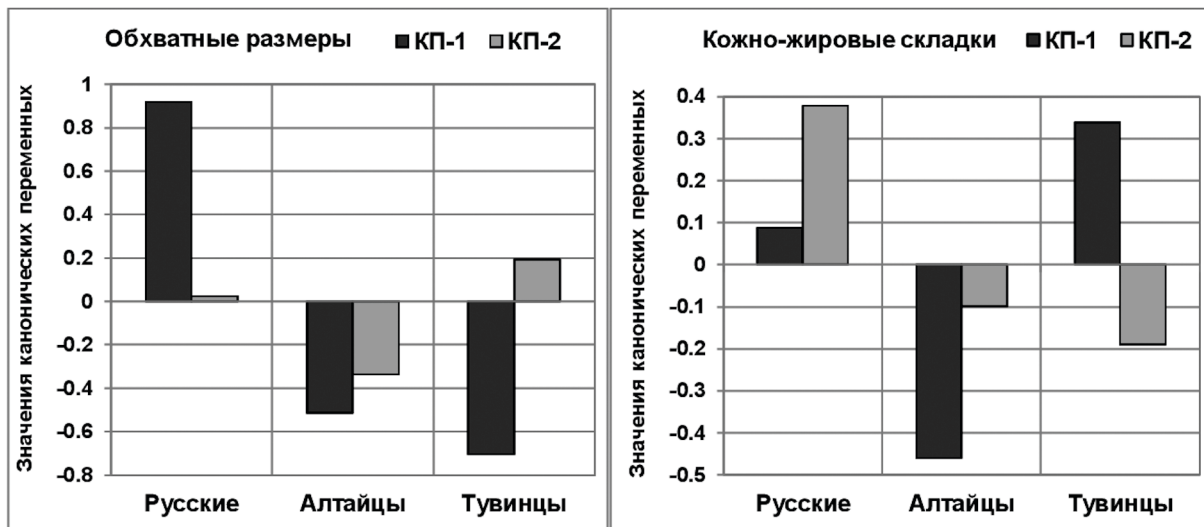


Рисунок 1. Средние значения канонических переменных обхватных размеров тела и кожно-жировых складок (на туловище и верхних конечностях) в трех выборках мужчин  
 Figure 1. Means of Canonical Variables of circumferences dimensions and skinfold thicknesses of the trunk and upper extremities in the three samples of males

Notes. Titles of the plots: Axe X marks the samples: «Russian», «Altaians», «Tuvans»; Axe Y marks: Canonical scores (Root 1, Root 2).

**Таблица 2. Результаты дискриминантного канонического анализа по различным наборам морфологических признаков в трех выборках мужчин**

**Table 2. The results of the canonical analysis of the different somatic systems in the three samples of males**

Канонические переменные (Roots)	Межгрупповая дисперсия (Eigenvalue)	Каноническая корреляция (Canonical R)	Критерий Уилкса (Wilks' lambda)	Критерий Бартлетта (Chi-Sqr.)	Кол-во степеней свободы df	p-values		
<b>Обхватные размеры тела (9 признаков)</b>								
1-я	0,631	0,622	0,571	138,77	18	0,000		
2-я	0,073	0,260	0,932	17,41	8	0,026		
<b>Обхватные размеры тела: (5 признаков)</b>								
1-я	0,591	0,609	0,604	137,51	10	0,000		
2-я	0,040	0,197	0,961	10,80	4	0,029		
<b>Кожно-жировые складки (6 признаков)</b>								
1-я	0,118	0,325	0,845	52,47	12	0,000		
2-я	0,058	0,234	0,945	17,52	5	0,004		
<b>Комплекс признаков (обхватные размеры + кожно-жировые складки)</b>								
1-я	0,630	0,622	0,559	157,69	16	0,000		
2-я	0,097	0,297	0,912	25,07	7	0,001		
<b>Стандартизованные коэффициенты канонических переменных</b>								
Обхваты	КП-1 (Root 1)	КП-2 (Root 2)	Кожно-жировые складки	КП-1 (Root 1)	КП-2 (Root 2)	Комплекс признаков	КП-1 (Root 1)	КП-2 (Root 2)
груди	0,981	-1,820	над трицепсом	0,065	-0,895	О. голени	1,202	0,694
тали	-1,507	1,594	над бицепсом	1,171	-0,397	О. тали	-1,058	0,659
бедер	0,373	0,243	на предплечье	-1,599	0,005	О. груди	1,025	-0,978
плеча	-0,767	-0,767	на спине	0,064	1,348	О. плеча	-0,745	-0,545
голени	1,100	0,732	на животе 2	2,019	-0,769	ЖС на животе 2	-0,790	1,535
–	–	–	на животе 1	-1,650	0,129	ЖС на животе 1	0,402	-1,837
–	–	–	–	–	–	ЖС на плече 2	-0,098	0,862
–	–	–	–	–	–	ЖС на плече 1	0,207	-0,249
Eigenval*	0,591	0,040	Eigenval	0,118	0,058	Eigenval	0,630	0,097
Cum.Prop*	0,936	1,00	Cum.Prop	0,672	1,000	Cum.Prop	0,867	1,00
<b>Средние значения канонических переменных и результаты теста Краскела-Уоллиса</b>								
Группы	Обхватные размеры		Кожно-жировые складки		Комплекс признаков			
	КП-1 (Root 1)	КП-2 (Root 2)	КП-1 (Root 1)	КП-2 (Root 2)	КП-1 (Root 1)	КП-2 (Root 2)		
Русские (1)	0,9195	0,0228	0,0885	0,3784	0,9402	0,0629		
Алтайцы (2)	-0,5134	-0,3359	-0,4595	-0,0986	-0,4300	-0,5340		
Тувинцы (3)	-0,7053	0,1925	0,3385	-0,1896	-0,7829	0,2760		
1:2	0,0000	–	0,0027	0,0003	0,0000	0,0001		
1:3	0,0000	–	–	0,0000	0,0000	–		
2:3	–	0,0033	0,0000	–	–	0,0000		

Примечания. Eigenval – межгрупповая дисперсия, Cum.Prop – доля суммарной межгрупповой вариации; сокращения: на животе 1 – кожно-жировая складка на животе абдоминальная, на животе 2 – кожно-жировая складка над гребнем тазовой кости, ЖС на плече 1 – кожно-жировая складка над трицепсом, ЖС на плече 2 – кожно-жировая складка над бицепсом.

Notes. Eigenval – Eigenvalue, Cum. Prop. – Cumulative Proportion; abbreviations: ST on the abdomen 1 – skinfold thickness on the abdomen abdominal, ST on the abdomen 2 – skinfold thickness over the crest of the pelvic bone, ST on the shoulder 1 – skinfold thickness over the triceps, ST on the shoulder 2 – skinfold thickness over the biceps.

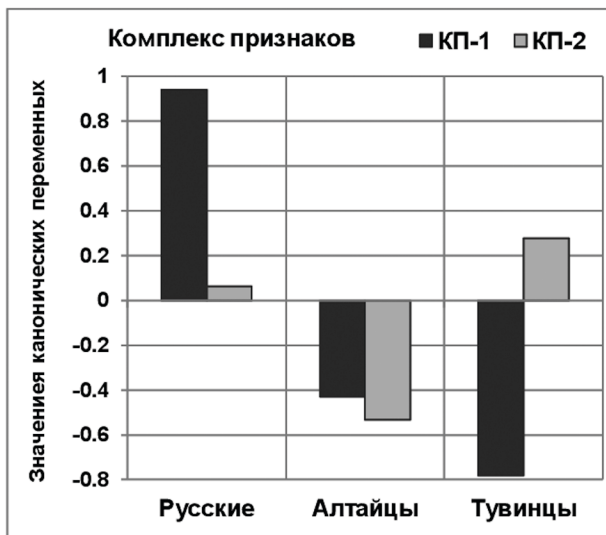


Рисунок 2. Средние значения канонических переменных по комплексу признаков в трех выборках мужчин

Figure 2. Means of Canonical Variables of the complex characteristics

Notes. Titles of the plots: Axe X marks the samples: «Russian», «Altaians», «Tuvans»; Axe Y marks: Canonical scores (Root 1, Root 2).

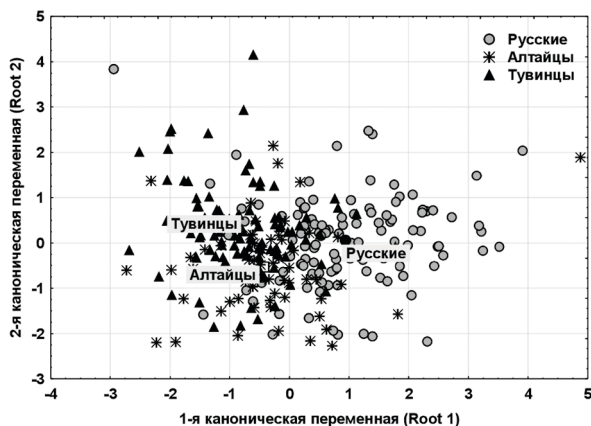


Рисунок 3. Результаты канонического анализа по комплексу признаков в исследуемых выборках мужчин

Figure 3. The results of the canonical analysis of the complex characteristics in the three samples of males

Notes. The samples (the average values – the centroids): «Russian», «Altaians», «Tuvans»; axe X marks the values of 1 Canonical Root, axe Y marks the average values of 2 Canonical Root.

Результаты межгруппового анализа демонстрируют значительную изменчивость телосложения в целом, и, в еще большей степени, в региональном распределении жиротложения в связи с этнической принадлежностью. Обхватные размеры, как интегративные показатели развития мускулатуры и подкожного жиротложения, вносят значительный вклад в межгрупповую изменчивость. Простое сопоставление средних величин периметров тела в трех выборках показывает статистически значимые различия по обхватам груди, бедер (ягодиц) и голени: у русских мужчин эти показатели больше, чем у алтайцев и тувинцев. В то же время, отсутствуют статистически значимые различия по одному из достаточно информативных показателей в отношении величины центрального (абдоминального) жиротложения – обхвату талии. Аналогичные результаты были получены по материалам исследований морфологического разнообразия населения СССР в 1973-1984 годах. Наибольшей величиной обхватных размеров тела характеризуются русские выборки и народы Прибалтики. В то же время, среди европеоидного населения России русские отличаются относительным преобладанием поперечного развития корпуса по сравнению с верхними конечностями (некоторой центрипетальностью), и по обхвату талии в меньшей степени отличаются от монголоидных групп, в частности, алтайцев и тувинцев. Межгрупповая изменчивость подкожного жиротложения также обнаруживает этническую (и даже расовую) специфику: южно-сибирские группы в целом отличаются повышенным жиротложением. Кроме того, у алтайцев по сравнению с русскими значимо больше подкожного жира над трицепсом и на предплечье, а у тувинцев – над бицепсом и на животе 2, что согласуется с результатами исследований 1973-1984 годов, где авторы обнаружили самую большую жировую складку на животе при среднем развитии жиротложения у представителей монголоидных групп и высказали предположение о расовых особенностях локализации подкожного жира [Клевцова, 1984; Дерябин, Пурунджан, 1990; Антропозология Центральной Азии, 2005].



Показатели биоимпедансного анализа не выявили какой-либо специфики в количестве абсолютной и относительной жировой массы у мужчин трех выборок. Высокие абсолютные значения количества безжировой (БМТ), активной клеточной (АКМ) и скелетно-мышечной (СММ) масс тела характерны для русских мужчин по сравнению с алтайцами и тувинцами. Здесь необходимо добавить, что все эти показатели обнаруживают высокую корреляционную связь с длиной и массой тела ( $r = 0,5-0,7$ ). Относительное количество АКМ (%АКМ) и СММ (%СММ) выше у алтайцев и достоверно отличается от этих показателей у русских и тувинцев. Величина %АКМ и %СММ в безжировой массе тела служат коррелятами двигательной активности и уровня физической работоспособности, что, по-видимому, объясняет повышенные значения данных показателей у алтайцев [Соболева с соавт., 2014]. В алтайской выборке процент мужчин, профессионально занимающихся спортом, несколько выше, чем в двух других – 25% против 18% и 13% у русских и тувинцев соответственно. Надо признать, что показатели биоимпедансного анализа обладают большей информативностью при изучении внутригрупповой изменчивости, обусловленной полом, возрастом, уровнем физической активностью или метаболическими нарушениями [Хомякова с соавт., 2020б].

Обращает на себя внимание хорошая работоспособность индексов, в расчетные формулы которых входят обхват талии, обхват бедер и длина тела (WHR, WHtR и BAI), статистически значимые различия получены для каждого из них между русскими и южно-сибирскими выборками (табл.1). По мнению многих исследователей, все эти показатели направлены на выявлении особенностей распределения подкожного жиротложения не только на внутригрупповом уровне (пол, возраст, физическая активность и т.д.), но и на межгрупповом при поиске этнической обусловленности метаболических рисков [Ashwell, Hsieh, 2005; Ashwell et al., 2011; Bergman et al., 2011; Després, 2012]. Очевидны значимые различия по соотношению обхват талии/обхват бедер (WHR) между русскими мужчинами и выборками алтайцев и тувинцев: обхват талии у русских меньше (хотя и не достоверно), а обхват бедер больше. Величина ин-

декса  $\geq 0,9$  у русских встречается менее чем в 2% случаев, у алтайцев и тувинцев при равенстве средних величин в 7,5 и 9,8% случаев соответственно, что свидетельствует о большей частоте встречаемости таких вариантов телосложения, когда обхват талии почти равен обхвату бедер.

Аналогичная ситуация сложилась и при анализе межгрупповой изменчивости индекса WHtR (отношения талии к росту): у русских обхват талии меньше, а длина тела значительно больше, чем у алтайцев и тувинцев и соответственно среднее значение этого показателя достоверно меньше в выборке русских (табл.1). У русских мужчин показатель WHtR  $\geq 0,5$  встречается в 7% случаев, у алтайцев и тувинцев – в 11 и 20% соответственно. По результатам популяционных исследований европеоидного, монголоидного и центрально-американского населения в разных странах так называемая «точка отсечения» (граничное значение) индекса WHtR, равная 0,5, рассматривается как показатель развития центрального ожирения и увеличения кардиометаболических рисков [Browning et al., 2010; Zeng et al., 2014; Rajput et al., 2014; Corrêa et al., 2019; Tomas et al., 2019]. Таким образом, можно говорить о более выраженной предрасположенности к центральному ожирению у алтайцев и, особенно, тувинцев, что подтверждается и более высокими коэффициентами корреляции данного показателя с кожно-жировыми складками на животе (0,70-0,74 в южносибирских выборках, 0,6 – у русских). На примере алтайской выборки был показан высокий уровень связи WHtR с показателями локальной импедансометрии – индексами подкожного и висцерального жира [Роккина с соавт., 2021]. Индекс BAI (соотношение бедер и длины тела) не вносит какой-либо новой информации в сравнительный анализ показателей жиротложения, а скорее подтверждает полученные ранее выводы о большей предрасположенности к развитию жиротложения у алтайцев и тувинцев. Мы использовали этот показатель для проверки утверждения Бергмана с соавторами о вполне надежной оценке количества жира в организме взрослых мужчин и женщин разных национальностей без привлечения сложной техники и численной коррекции [Bergman et al., 2011]. BAI демонстрирует высокий уровень корреляционной связи с ИМТ и

индексом WHtR ( $r = 0,76-0,85$ ) и несколько ниже ( $r = 0,53-0,68$ ) с величиной кожно-жировых складок на корпусе и с обхватами талии и бедер во всех трех выборках (у тувинцев самый высокий). В то же время необходимо отметить, что BAИ страдает обычным недостатком индексов – наличием корреляции ( $r = -0,43$ ) с признаком, стоящим в знаменателе, т.е. с длиной тела.

Таким образом, все индексы в процессе межгруппового анализа показали согласованные результаты и могут служить полезным инструментом не только клинического скрининга, но и для межпопуляционных сравнений регионально-жироотложения в отсутствие других антропометрических признаков. Все же, по мнению большинства исследователей, самым простым и информативным является индекс WHtR (соотношение обхвата талии и дины тела). Этот показатель решает проблему разных граничных значений обхвата талии и ИМТ для европеоидного и монголоидного населения при выявлении рисков заболеваемости [Ashwell, Hsieh, 2005; Browning et al., 2010; Ashwell et al., 2011; Zeng et al., 2014; Ashwell, Gibson, 2016; Corrêa et al., 2019].

Проведение дискриминантного канонического анализа по разным наборам признаков позволило проанализировать соотносительную изменчивость обхватных размеров тела и кожно-жировых складок в трех выборках и определить основные направления и масштаб межгрупповых различий (табл. 2). Отчетливо выделяются две оси изменчивости: первая – между русскими и южно-сибирскими выборками, вторая – между алтайцами и тувинцами. У русских мужчин преимущественно развиты обхваты груди, голени и ягодиц, у алтайцев и тувинцев обхваты талии и плеча. В свою очередь, алтайцы отличаются от тувинцев несколько большим развитием обхвата груди и плеча. Анализ подкожного жиротложения свидетельствуют о более значительной дифференциации южно-сибирских групп, и, несмотря на невысокий уровень дискриминации, различия между двумя выборками по 1-ой канонической переменной достоверны. Самыми информативными для определения топографии жиротложения оказались кожно-жировые складки на животе и верхней конечности (табл. 2), соотносительная изменчивость которых наиболее ярко проявилась между алтайца-

ми и тувинцами. Тем не менее, 2-я каноническая переменная демонстрирует специфику жиротложения у русских мужчины по сравнению с южно-сибирскими группами (особенно с алтайцами) – жиротложение на спине относительно больше, чем в других точках тела.

Результаты канонического анализа по комплексу признаков подтвердили основные направления межгрупповой изменчивости по системам обхватных признаков и подкожного жиротложения, в целом суммируя выявленные специфические черты телосложения в каждой из трех выборок (табл. 2, рис. 3). Аналогичные результаты были получены при изучении географического разнообразия строения тела по материалам 1973-1974 годов обследования мужского населения СССР [Дерябин, Пурунджан, 1990]. Проведение канонического анализа по 67 этнотерриториальным группам молодых мужчин в возрасте 18-20 лет позволило авторам выделить основные морфологические типы, к которым мы можем отнести и наши исследуемые выборки. Русские мужчины по всем полученным в ходе сравнительного анализа характеристикам являются представителями центрально-восточно-европейского подтипа восточноевропейского типа и отличаются от южно-сибирских групп общей макросомностью телосложения с наибольшей величиной обхватных размеров тела при среднем развитии подкожного жиротложения в основном в области спины и в значительно меньшей степени в области живота. Алтайцы и тувинцы по особенностям телосложения могут быть отнесены к центральноазиатскому морфологическому типу, характерному для большинства групп сибирских монголоидов. Несмотря на определенную морфологическую дифференциацию сибирских групп, очевидна их большая близость между собой при сравнении с представителями европеоидного населения России, что дало основание для выделения морфологического типа, являющегося фактически морфологической расой [Клевцова, 1984; Дерябин, Пурунджан, 1990; Хомякова, Балинова, 2020a]. Основными характеристиками этого типа (исключая продольные размеры тела) является общая микросомность и сочетание меньших обхватов груди, ягодиц и голени с большим обхватом талии и подкожным жиротложением в области живота.

Можно процитировать точное определение телосложения монголоидов, сформулированное Н.И. Клевцовой – «...имеют в целом более цилиндрическую форму туловища без выраженного перехвата в талии» [Клевцова, 1984]. Таким образом, можно предположить, что преемственность структуры межгрупповой изменчивости в ряду поколений свидетельствует о генетической обусловленности основных типологических характеристик телосложения в различных этно-территориальных группах под влиянием экологических (долгосрочных) факторов. В то же время, очевидно влияние краткосрочных (социально-экономических и культурных) факторов на увеличение жировотложения. Сам термин «эпидемия ожирения» предполагает распространенность этого явления во многих странах мира, столкнувшихся с проблемой ожирения во всех возрастных группах, социальных слоях и этнических группах. В то же время, современные тенденции изменчивости краткосрочных факторов (питание, физическая активность и т.д.), по-видимому, не оказывают влияния на специфику регионального распределения жировотложения, о чем свидетельствуют многочисленные исследования этнической обусловленности центрального типа жировотложения [Клевцова, 1984; Дерябин, Пурунджан, 1990; Антропология..., 2005; Beall, Goldstein, 1992; Wildman et al., 2004, Wells, 2012a,б; Zeng et al., 2014; Leonard, 2018].

К ограничениям исследования можно отнести различия в среднем возрасте и процентном соотношении возрастных категорий в трех выборках: у русских возрастная категория  $\geq 25$  лет составляет 13%, у алтайцев – 25%, у тувинцев – 10%.

### Заключение

Проведение дискриминантного канонического анализа подтвердило обоснованность использования индексов WHR, WHtR и BAI для популяционного скрининга и выявления предрасположенности к центральному типу ожирения как предиктора различных заболеваний. Согласованность полученных результатов дает основание предполагать, что соотносительная изменчивость периметров тела и подкожного

жировотложения, как основа телосложения, имеет определенную этническую (и расовую) обусловленность. Трудно выделить ведущие компоненты этнической принадлежности, которые определяли бы специфику того или иного морфологического типа. Можно предположить совокупное влияние нескольких важных факторов – генетическое своеобразие как результат адаптации, морфологическая изменчивость, культурные традиции в питании и образе жизни, изменчивость процессов роста и созревания. Современное состояние проблемы вариативности указанных компонентов и связанных с ними рисков заболеваемости бесспорно требует дальнейших исследований.

### Благодарности

Исследование выполнено в рамках плановой темы АААА-А19-119013090163-2 – «Антропология евразийских популяций (биологические аспекты)»

### Библиография

Антропозеология Центральной Азии. Под ред. Т.И. Алексеевой, В.А. Бацевича, Р.М. Мунчаева и др. М.: Научный мир, 2005. С. 6-126.

Бондарева Э.А., Махалин А.В., Попова Е.В., Задорожная Л.В., Хомякова И.А. с соавт. Предрасположенность к ожирению среди различных этнических групп на территории России и Монголии, обусловленная полиморфизмом гена *FTO* // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2018. №4. С. 43–48. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.4.043-048.

Бондарева Э.А., Задорожная Л.В., Хомякова И.А., Пермьякова Е.Ю., Година Е.З., Гундэгмаа Л., Отгон Г. Полиморфизм гена *FTO* как фактор предрасположенности к центральному ожирению у монголов // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2019. № 3. С. 55–66. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.3.055-066.

Бунак В.В. Антропометрия. М.: Учпедгиз. 1941.

Дерябин В.Е., Пурунджан А.Л. Географические особенности строения тела населения СССР. М.: Изд-во МГУ, 1990. 192 с.

Дерябин В.Е. Лекции по общей соматологии человека. Часть I. М., 2008. С. 138-140.

Клевцова Н.И. Основные направления межгрупповой изменчивости строения тела у тувинцев // Антропо-экологические исследования в Туве. М.: Наука, 1984. С. 125-157.

Лутовинова Н.Ю., Уткина М.И., Чтецов В.П. Методические проблемы изучения вариаций подкожного жира // Вопросы антропологии, 1970. Вып. 36. С.32–53.

Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела. М.: Наука, 2009. 392 с.

Роккина А.Н., Праведникова А.Э., Шидловский Ю.В., Попова Е.В., с соавт. Индексы подкожного и висцерального жира отложения и их связь с комплексом эндогенных и экзогенных факторов в группе взрослого населения Республики Алтай // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология, 2021. Т. 76. № 1. С. 33–40.

Соболева Н.П., Стерликов С.А., Руднев С.Г., Николаев Д.В., Старунова О.А. с соавт. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М., 2014. 493 с.

Хомякова И.А., Балинова Н.В. Антропологические исследования в Туве и Северной Монголии: тувинцы, тувинцы-тоджинцы, цаатаны // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2017а. № 2. С. 12-25.

Хомякова И.А., Балинова Н.В. Антропологические исследования в Республике Алтай: предварительный анализ морфологических особенностей северных и южных алтайцев // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2017б. №4. С. 28–41. DOI: 10.32521/2074-8132.2017.4.028-041.

Хомякова И.А., Балинова Н.В. Антропологические исследования в Южной Сибири и Северной Монголии: анализ морфологических особенностей тувинцев, цаатанов, алтайцев // Известия Института антропологии МГУ [Электронный ресурс] / Под ред. И.В. Пере-

возчикова и др. М.: Изд-во Московского университета, 2020а. Вып. 8. С. 78-102. ISBN 978-5-19-011566-6.

Хомякова И.А., Балинова Н.В., Задорожная Л.В., Попова Е.В. с соавт. Влияние физической активности на морфологический статус мужчин коренного населения Республики Алтай // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология, 2020б. № 4. С. 32-47. DOI: 10.32521/2074-8132.2020.4.032-047.

#### 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;

Задорожная Людмила Викторовна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0002-3143-3226; tumla@rambler.ru;

Анисимова Анна Викторовна, ORCID ID: 0000-0003-4584-4867; anna.anisimova@anthropos.msu.ru;

Бондарева Эльвира Александровна, к.б.н.; ORCID ID: 0000-0003-3321-7575; Bondareva.E@gmail.com.

Поступила в редакцию 30.11.2021,  
принята к публикации 20.12.2021.

Khomyakova I.A.<sup>1)</sup>, Balinova N.V.<sup>2)</sup>, Zadorozhnaya L.V.<sup>1)</sup>,  
Anisimova A.V.<sup>1)</sup>, Bondareva E.A.<sup>1)</sup>

1) *Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Mokhovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

2) *Research Centre for Medical Genetics, Moskvorech'ye st., 1, Moscow, 115522, Russia*

## INTERGROUP VARIABILITY OF BODY CIRCUMFERENCES AND SUBCUTANEOUS FAT DEPOSITION IN YOUNG MEN OF DIFFERENT ETHNIC GROUPS

**Introduction.** *This study is devoted to intergroup variability of body circumferences, degree and topography of subcutaneous fat deposition in samples of young men of different ethnic backgrounds.*

**Materials and Methods.** *We used anthropometric survey data from Russian men from various regions of Russia, indigenous Altaians and Tuvans from the Altai and Tyva Republics measured in the period from 2015 to 2019. Anthropometric measurements were performed according to standard methods of the Research Institute and the Museum of Anthropology of Moscow State University using GPM (DKSH, Switzerland) and Holtain (Holtain Ltd, UK) anthropometric instruments. Body composition was assessed by bioelectrical impedance analysis using ABC-02 Medass (Medass, Russia). We analyzed body circumferences, the value of fat and skin folds in various points of the body, bioimpedance measurements, and central fat deposition indices. Mathematical processing of the data was performed using the standard Statistica 10 software package. Discriminant (canonical) analysis was performed to study the topography of subcutaneous fat deposition. The materials have been collected from the population of these territories randomly and anonymously, according to the rules of bioethics and protocols of informed consent.*



**Results.** A comparative analysis of the main statistical parameters in three ethnic samples of men showed no significant differences in body mass index, the amount of fat mass, and most circumferences measurements. Intergroup variability was clearly evident in the thickness of fat and skin folds, in the index of central obesity (waist-to-height ratio), in the waist-to-hip ratio, and in the body adiposity index (BAI). In Tuvans, the value of fat and skin folds in the abdominal area and on the inner surface of the shoulder is significantly greater than in Russians and Altaians; in Russians, the mean values of all fat deposition indices are significantly lower than in Altaians and Tuvans. The canonical analysis of the set of body circumferences and fat and skin folds showed the predominant development of waist and shoulder circumferences and subcutaneous fat deposition on the body in Altaians and Tuvans as compared to Russians.

**Conclusions.** The nature of intergroup variability indicates a predisposition of the Altaians and Tuvans to the central type of fat deposition, which can be regarded as a result of adaptation under environmental stress in most Mongoloid populations of Southern Siberia.

**Keywords:** human morphology, ethnicity; anthropometry; subcutaneous fat deposition; abdominal fat deposition; body composition

## References

- Antropoekologiya Central'noj Azii*. Pod red. T.I. Alekseevoj, V.A. Bacevicha, R.M. Munchaeva i dr. [Anthropological ecology of Central Asia. Eds. T. I. Alekseeva, V. A. Batshevich, R. M. Munchaev et al.]. M.: Scientific World Publ, 1990, pp. 6-126. (In Russ.).
- Bondareva E.A., Mahalin A.V., Popova E.V., Zadorozhnaya L.V., Homyakova I.A. et al. Predraspolozhennost' k ozhireniyu sredi razlichnyh etnicheskikh grupp na territorii Rossii i Mongolii, obuslovlennaya polimorfizmom gena FTO [Obesity predisposition associated with FTO gene polymorphism among different ethnic groups of Russia and Mongolia]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2018, 4, pp. 43-48. DOI: 10.32521/2074-8132.2018.4.043-048. (In Russ.).
- Bondareva E.A., Zadorozhnaya L.V., Khomyakova I.A., Permiakova E.Yu., Godina E.Z., Gundegmaa L., Otgon G. Polimorfizm gena fto kak faktor predraspolozhennosti k tsentral'nomu ozhireniyu u mongolov [Relationship between FTO gene polymorphism with central obesity in ethnic Mongolians]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2019, 3, pp. 55-66. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.3.055-066. (In Russ.).
- Bunak V.V. *Antropometriya* [Anthropometry]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1941, 368 p. (In Russ.).
- Deryabin V.E., Purundzhan A.L. *Geograficheskie osobennosti stroeniya tela naseleniya SSSR*. Moscow, MSU Publ., 1990. 192 p. ISBN 5-211-00927-4. (In Russ.).
- Deryabin V.E. *Lekcii po obshchej somatologii cheloveka. CHast' I*. [Lectures on general human somatology. Part I]. Moscow, 2008, pp. 138-140. (In Russ.).
- Klevcova N.I. Osnovnye napravleniya mezhruppovoj izmenchivosti stroeniya tela u tuvincev [The main directions of intergroup variability of body structure among Tuvans] // In: *Antropo-ekologicheskie issledovaniya v Tuve* [Anthropo-ecological studies in Tuva]. Moscow, Science Publ., 1984. pp 125-157. (In Russ.).
- Lutovinova N.YU., Utkina M.I., Chtecov V.P. Metodicheskie problemy izucheniya variacij podkozhnogo zhira [Methodical problems of studying subcutaneous fat variations]. *Voprosy antropologii* [Anthropology Bulletin], 1970, 36, pp. 32-53. (In Russ.).
- Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. *Bioimpedantsnyj analiz sostava tela* [Bioimpedance analysis of body composition]. Moscow: Nauka, 2009. 392 p. (In Russ.).
- Rokkina A.N., Pravednikova A.E., Shidlovskij YU.V., Popova E.V. et al. Indeksy podkozhnogo i visceral'nogo zhirootlozheniya i ih svyaz' s kompleksom endogennyh i ekzogennyh faktorov v gruppe vzroslogo naseleniya Respubliki Altaj. [Subcutaneous and visceral fat indices and their relationship with the complex of endogenous and exogenous factors in the group of adult population of the Altai Republic] *Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya* [Moscow University Biology Bulletin], 2021, 76 (1), pp. 33-40. (In Russ.).
- Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V., Starunova O.A. et al. *Bioimpedantsnoe issledovanie sostava tela naseleniya Rossii* [Bioimpedance study of the body composition of the Russian population]. Moscow, 2014. 493 p. (In Russ.).
- Homyakova I.A., Balinova N.V. Antropologicheskie issledovaniya v Tuve i Severnoj Mongolii: tuvincy, tuvincy-todzincy, caatany. [Anthropological studies in Tuva and Northern Mongolia: Tuvans, Tozhu Tuvans, Tsaatans]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2017a, 2, pp. 12-25. (In Russ.).
- Homyakova I.A., Balinova N.V. Antropologicheskie issledovaniya 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]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2017b, 4, pp. 28-41. DOI: 10.32521/2074-8132.2017.4.028-041. (In Russ.).
- Homyakova I.A., Balinova N.V. Antropologicheskie issledovaniya v Yuzhnoj Sibiri i Severnoj Mongolii: analiz morfologicheskikh osobennostej tuvincev, caatanov, altajcev. [Anthropological studies in Southern Siberia and



Northern Mongolia: analysis of morphological features of Tuvsans, Tsaatans, Altaians]. In: *Izvestiya Instituta antropologii MGU [Elektronnyj resurs]. Pod red. I.V. Perevozchikova i dr.* [News of the Institute of Anthropology of Moscow State University. Electronic resource. Ed. by I.V. Perevozchikov et al.], Moscow, MSU Publ., 2020a, 8, pp. 78-102. (In Russ.).

Homyakova I.A., Balinova N.V., Zadorozhnaya L.V., Popova E.V. et al. Vliyanie fizicheskoy aktivnosti na morfologicheskij status muzhchin korennogo naseleniya Respubliki Altaj [Influence of physical activity on the morphological status of men of the indigenous population of the Altai Republic]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya] 2020b, 4, pp. 32-47. DOI: 10.32521/2074-8132.2020.4.032-047.

Ahmed S.M., Ismail S.A. Cut-off measurement of waist circumference for the diagnosis of abdominal obesity in a population of Erbil City, Iraq. *Invest. Clin.*, 2019, 60 (3), pp. 213–220. DOI: 10.22209/IC.v60n3a03.

Ashwell M., Hsieh S.D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2005, 56 (5), pp. 303-307. DOI: 10.1080/09637480500195066.

Ashwell M., Gunn P., Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.*, 2011, 13 (3), pp. 275-286. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.

Ashwell M., Gibson S. Waist-to-height ratio as an indicator of 'early health risk': simpler and more predictive than using a 'matrix' based on BMI and waist circumference. *BMJ Open*, 2016, 6, e010159. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010159.

Bergman R.N., Stefanovski D., Buchanan T.A., Sumner A.E., Reynolds J.C., Sebring N.G., Xiang A.H., Watanabe R.M. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*, 2011, 19, pp. 1083–1089. DOI:10.1038/oby.2011.38.

Beall C.M., Goldstein M.C. High Prevalence of Excess Fat and Central Fat Patterning among Mongolian Pastoral Nomads. *Am. J. Hum. Biol.*, 1992, 4 (6), pp. 747–756.

Browning L.M., Hsieh S.D., Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutrition Research Reviews*, 2010, 23, pp. 247–269. DOI: 10.1017/S0954422410000144.

Corrêa M.M., Facchini L.A., Thumé E., Oliveira E.R.A., Tomasi E. The ability of waist-to-height ratio to identify health risk. *Rev. Saude Publica*, 2019, 53 (66). DOI: 10.11606/s1518-8787.2019053000895.

Gavin J.R. 3rd, Fox K.M., Grandy S. Race/Ethnicity and gender differences in health intentions and behaviors regarding exercise and diet for adults with type 2 diabetes: A cross-sectional analysis. *BMC Public Health*, 2011, 11, p. 533. DOI: 10.1186/1471-2458-11-533.

Despres J.P. Health consequences of visceral obesity. *Ann. Med.*, 2001, 33(8), pp. 534-541.

Després J.P. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease. *Circulation*, 2012, 126 (10), pp. 1301-1313. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067264.

Leonard W.R. Centennial perspective on human adaptability. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2018, 165, pp. 813–833. DOI: 10.1002/ajpa.23401.

Pasanta D., Htun K.T., Pan, J., Tungjai M. et al. Waist circumference and BMI are strongly correlated with MRI-derived fat compartments in young adults. *Life*, 2021, 11, 643. DOI: 10.3390/life11070643.

Rajput R., Rajput M., Bairwa M., Singh J. et al. Waist height ratio: A universal screening tool for prediction of metabolic syndrome in urban and rural population of Haryana. *Indian J. Endocr. Metab.*, 2014, 18, pp. 394-399. DOI: 10.4103/2230-8210.131201.

Tomas Ž., Škarić-Jurić T., Zajc Petranović M., Jalšovec M. et al. Waist to height ratio is the anthropometric index that most appropriately mirrors the lifestyle and psychological risk factors of obesity. *Nutrition & Dietetics*, 2019, 76 (5), pp. 539-545. DOI: 10.1111/1747-0080.12520.

Wildman R.P., Gu D., Reynolds K., Duan X., He J. Appropriate body mass index and waist circumference cutoffs for categorization of overweight and central adiposity among Chinese adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, 80, pp. 1129–1136.

Wells J.C.K. Ecogeographical associations between climate and human body composition: analyses based on anthropometry and skinfolds. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2012a, 147, pp. 169–186. DOI: 10.1002/ajpa.21591.

Wells J.C.K. Ethnic variability in adiposity, thrifty phenotypes and cardiometabolic risk: addressing the full range of ethnicity, including those of mixed ethnicity. *Obesity reviews*, 2012b, 13 (2), pp. 14–29. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2012.01034.x.

Zeng Q., He Y., Dong S., Zhao X. et al. Optimal cut-off values of BMI, waist circumference and waist: height ratio for defining obesity in Chinese adults. *British Journal of Nutrition*, 2014, 112, pp. 1735–1744. DOI: 10.1017/S0007114514002657.

#### Information about Authors

*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;*

*Zadorozhnaya Liudmila V., PhD; ORCID 0000-0002-3143-3226; mumla@rambler.ru;*

*Anisimova Anna V., ORCID ID: 0000-0003-4584-4867; anna.anisimova@anthropos.msu.ru;*

*Bondareva Elvira A., PhD; ORCID ID: 0000-0003-3321-7575; Bondareva.E@gmail.com.*