

# **МЕЖГРУППОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ КОМПЛЕКСА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МУЖЧИН ТРЕХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП В НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ И В УСЛОВИЯХ ГИПОТЕРМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Е.З. Година, Л.В. Задорожная, И.А. Хомякова, А.Л. Пурунджан

*НИИ и Музей антропологии МГУ*

## **INTRA- AND INTERGROUP DIFFERENCES IN MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF YOUNG MEN IN THREE ETHNIC GROUPS UNDER NORMAL AND EXPERIMENTAL CONDITIONS**

E.Z. Godina, L.V. Zadorozhnaya, I.A. Khomyakova, A.L. Purundzhan

*Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow*

В 2006–2007 гг. проведено двукратное комплексное обследование 120 молодых мужчин 20–30 лет – представителей 3-х этнических групп (русских, татар, адыгейцев) в конкретных условиях среды обитания – физико-климатических и культурных. Программа включала: а) морфологические обследования, включающие параметры для оценки роста и состава тела (длина тела, вес, толщина жировых складок, оценка поверхности тела, индекс массы тела (BMI), оценка компонентов массы тела – количество жировой массы, обезжиренной массы и т.д.); определение компонентов массы тела с помощью метода биоимпедансометрии; б) физиологические обследования, включающие параметры, связанные с действием холодового стресса, оценка кожной температуры, скорости пульсовой волны, определение уровня основного обмена и т.д.; в) анкетирование, которое включало оценку энергозатрат, связанных с физической активностью и образом жизни (режим сна и бодрствования, уровень физической активности, продолжительность пребывания на открытом воздухе, и др.), а также примерный рацион и энергетическую ценность потребляемых продуктов, распорядок приема пищи, вредные привычки и др. Собрана информация относительно уровня благосостояния семьи (образование и профессия родителей, число детей в семье, социально-экономический статус семьи и т.д.). На основе двух измерений в летнее и зимнее время проведен сравнительный анализ протекания процессов адаптации человеческого организма к холодовому стрессу в условиях высоких и низких температур окружающей среды и максимальной и минимальной продолжительности светового дня. Полученные результаты свидетельствуют о решающей роли эндогенных (наследственных) факторов в формировании морфофункционального статуса, в нормах реакции на экстремальные условия опыта, в различающихся уровнях основного обмена и базовых характеристиках сердечно-сосудистой системы.

**Ключевые слова:** адаптация, морфофункциональный статус, холодовой стресс, норма реакции, экстремальные условия

*Three populations were repeatedly investigated in Russia: Russians (investigated in Moscow), Tatars (investigated in the city of Naberezhnye Chelny), Adygs (investigated in the city of Maikop). These three populations have been chosen because they live in different geographical and climatic conditions, and also because of their different ethnicities and cultural traditions. In 2006/7 about 120 young males (20–30-year-*

olds) were observed in the three locations in summer and winter. The program of the investigation included: a) morphological evaluations (parameters related to growth and body compositions; body height, weight, body diameters, body circumferences, skinfold thickness, body surface area, BMI, Body fat %, Fat-free body mass, etc.); 2) physiological evaluations (parameters related to cold-exposure stress: cold-induced vasodilation (CIVD); BMR (evaluated indirectly, on the basis of anthropometric measurements), skin temperature, fingertip accelerated pulse wave); 3) survey with questionnaires (parameters related with daily life activity and pattern; sleep-wake time-period, meal times, dietary contents, energy intake, physical activity level, outdoor activity duration, tobacco-smoking, alcohol intake, etc). Basing on summer and winter measurements, adaptation to cold stress under different environmental conditions has been studied in young males of the three ethnic groups (Russians, Tatars and Adygs). The results show the prevailing role of genetic (endogenous) factors in the formation of morpho-functional traits, in norm reaction to the extreme experimental conditions, in BMR values and basic cardiovascular characteristics.

Key words: adaptation, morpho-functional traits, cold stress, norm reaction, extreme conditions

## Введение

Проблема соотношения различных уровней изменчивости является одной из основополагающих в биологической антропологии. Плодотворность этого подхода в изучении признаков различной природы продемонстрирована многочисленными исследованиями [Алексеева, 1986 а; Павловский, 1987; Никитюк, 1988; Ulijaszek, Mascie-Taylor, 1994].

Связь между этнической принадлежностью, средой обитания, а также морфофункциональными особенностями населения изучалась многими авторами [Алексеева, 1977, 1986 а, б; Roberts, 1953; Eveleth and Tanner, 1976, 1990; Crognier, 1981; Marshall, 1981; Froment and Hiernaux, 1984; Hanna et al., 1989]. Сообщалось о влиянии климатических факторов на формирование пропорций тела, на изменчивость антропометрических признаков взрослого и детского населения. Подробный анализ зависимости между климатическими переменными и морфологическими показателями как у современных людей, так и их ископаемых предшественников осуществил С. Рафф [Ruff, 1994].

Цель настоящего исследования заключалась в оценке параметров всего морфофункционального комплекса признаков в зависимости от групповых особенностей испытуемых, важнейшей из которых является этнорасовая принадлежность. Помимо общей оценки группового статуса по комплексу морфофункциональных показателей, были проанализированы результаты эксперимента на холодовой стресс. Очевидно, что индивидуальные особенности организма проявляются в границах изменчивости ответных реакций на воздействие различного рода факторов которые могут быть особенно отчетливо выявлены в ходе специально разработанного эксперимента. Полученные

результаты будут зависеть как от индивидуальных особенностей организма, так и от общих характеристик, обусловленных их групповой принадлежностью.

## Материал и методы

В рамках совместного российско-японского научно-исследовательского проекта «Влияние физических и культурных факторов на процессы роста и адаптации к условиям окружающей среды у человека в аспекте этногенетических различий между населением Японии и России» в 2006–2007 гг. проведено комплексное обследование 120 молодых мужчин 20–30 лет – представителей 3-х этнических групп (русских, татар, адыгейцев) в конкретных условиях среды обитания – физико-климатических и культурных. Согласно рабочему протоколу, все группы были обследованы дважды: в летнее время в условиях высоких температур окружающей среды и максимальной продолжительности светового дня и в зимнее время в условиях низких температур окружающей среды и минимальной продолжительности светового дня.

Исследованные группы были выбраны не только из-за различной этнической принадлежности, но и из-за климато-географических различий среды обитания (табл. 1). Русские были обследованы в г. Москве, татары в г. Набережные Челны, адыгейцы – в г. Майкопе. По своему социальному составу все обследованные были студентами различных Высших учебных заведений, расположенных в местах их обследования.

Программа исследования включала:

А) Морфологические обследования, включающие параметры для оценки роста и состава тела (длина тела, вес, толщина жировых складок, оценка поверхности тела, индекс массы тела (BMI), оценка компонентов массы тела – количество

Таблица 1. Характеристика климато-географических особенностей трех населенных пунктов

Город	Численность население	Широта, с. ш.	Долгота, в. д.	Средняя температура июля, °С	Средняя температура января, °С	Среднегодовое кол-во осадков, мм
Москва	10.5 млн. (по данным МВД около 15 млн.)	55°5'	37°37'	18.3°	- 8.8°	700
Набережные Челны	507.2 тыс.	55°42'	52°20'	19.2°	- 14.1°	470
Майкоп	156.8 тыс.	44°36'	40°05'	22.9°	- 2.0°	700

жировой массы, обезжиренной массы и т.д.); определение компонентов массы тела с помощью метода биоимпедансометрии (БИА).

В ходе биоимпедансного анализа при оценке компонентов массы тела рассчитывалась скорость основного обмена (СОО, ккал).

Б) Физиологические обследования, включающие параметры, связанные с действием холодного стресса, оценка кожной температуры, скорости пульсовой волны, определение уровня основного обмена, и т.д.

В) Анкетирование, которое включало оценку энерготрат, связанных с физической активностью и образом жизни (режим сна и бодрствования, уровень физической активности, продолжительность пребывания на открытом воздухе, и др.), а также примерный рацион и энергетическую ценность потребляемых продуктов, распорядок приема пищи, вредные привычки и др. По результатам анкетирования были рассчитаны показатели общего потребления и расхода энергии, выраженные в килокалориях (ОПЭ и ОРЭ соответственно). Собрана информация относительно уровня благосостояния семьи (образование и профессия родителей, число детей в семье, социально-экономический статус семьи и т.д.).

В результате комплексного двукратного исследования получены среднестатистические параметры изученных признаков для молодых мужчин трех этнических групп (табл. 2). На основе двух измерений в летнее и зимнее время проведен сравнительный анализ протекания процессов адаптации человеческого организма к холодному стрессу в условиях высоких и низких температур окружающей среды и максимальной и минимальной продолжительности светового дня на примере молодых мужчин 20–30 лет различной этнической принадлежности (русские, татары, адыгейцы).

Как уже отмечалось, помимо программы морфофункциональных измерений, впервые в России

проводились гипотермические испытания в трех этнических группах. Методология гипотермического испытания предложена японскими физиологами с целью определения сезонных, индивидуальных (конституциональных) и групповых (этногенетических) особенностей реакции сердечно-сосудистой системы на локальный холодный стресс [Tanaka, 1971; Daanen, 2003]. Терморегляционное испытание заключалось в 30-минутном погружении руки по запястье в холодную воду (+5°). В ходе этого испытания через краткие промежутки времени измерялось несколько десятков параметров, включавших температуру различных участков тела и показатели функционирования сердечно-сосудистой системы (систолическое и диастолическое давление крови – САД, ДАД и частота сердечных сокращений ЧСС), а также показатели интенсивности обменных процессов. Индивидуальные данные эксперимента трансформировались в параметры соответствующих температурных кривых (рис. 1а, б) В итоге для каждого испытуемого получали интегративные показатели, которые впоследствии анализировались совместно с данными антропологического обследования.

В дальнейшем, изучались системные взаимозависимости между морфологическими и функциональными показателями, полученными в ходе гипотермических испытаний.

### Результаты и их обсуждение

В табл. 2 приведены оценки основных статистических параметров у молодых мужчин трех этнических групп, обследованных в летний период и более представительных по численности. Существующие классификационные схемы относят представителей трех изученных групп к различным вариантам европеоидов. Русские – это представители центрально-восточноевропейского

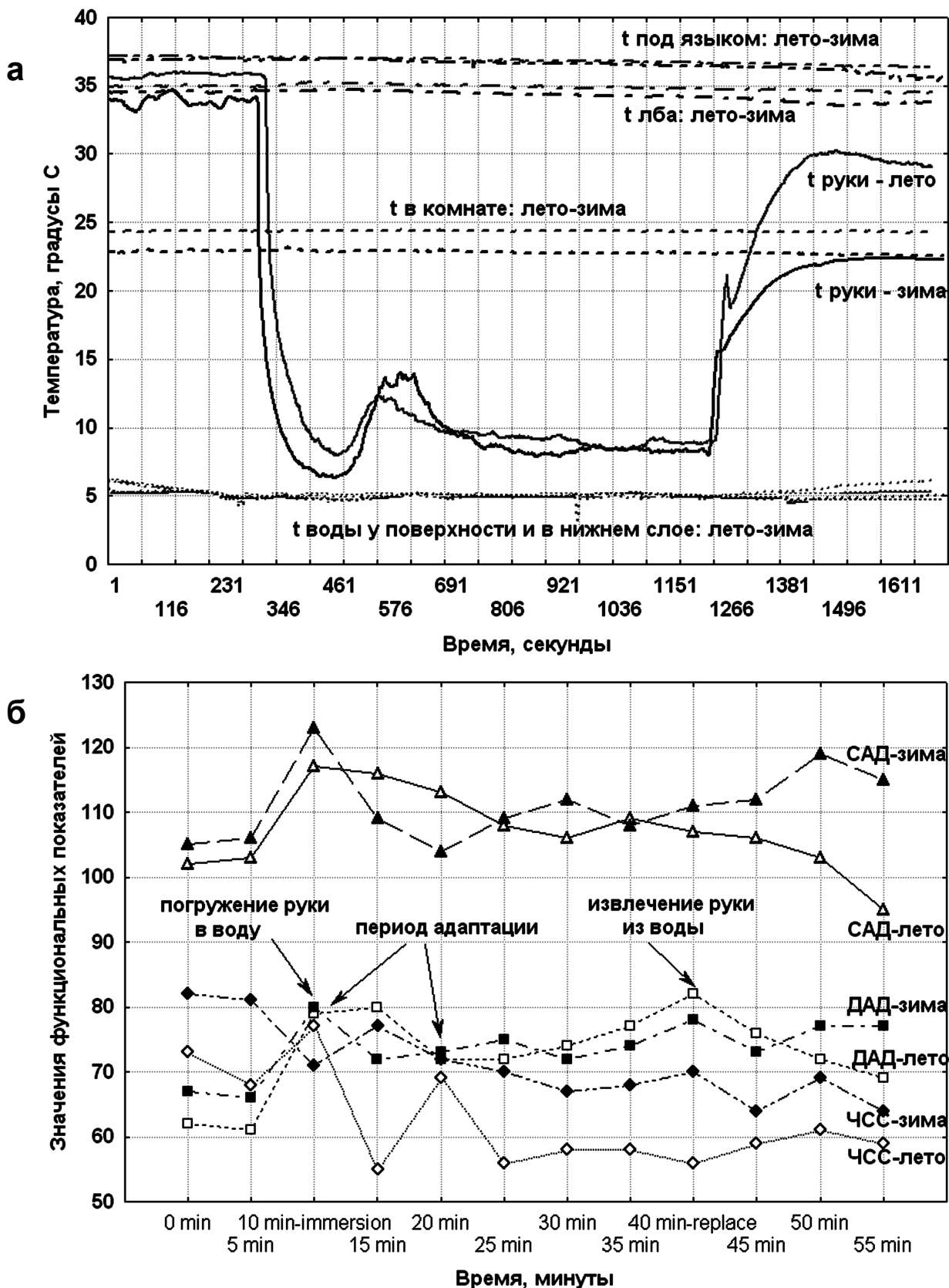


Рис. 1. Динамика индивидуальных показателей в ходе гипотермического эксперимента: а) температуры различных участков тела, б) сердечно-сосудистой системы

типа, татары – поволжского, адыгейцы относятся к кавказскому варианту большой европейской морфологической расы [Дерябин, Пурунджан, 1990].

Как видно из таблицы, представители трех групп существенно различаются по большинству морфофункциональных показателей. Оценка достоверности различий средних значений осуществлялась с помощью дисперсионного анализа с использованием критерия Шеффе. Русские юноши превосходят татар и адыгейцев по продольным, обхватным размерам, по толщине подкожного жира, массе тела (хотя различия по некоторым признакам недостоверны). Минимальные значения по данным системам признаков характерны для татарских мужчин, адыгейцы же отличаются наиболее близкими к средним показателям (для рассматриваемых групп) параметрами соматического развития. По функциональным признакам достоверных различий между группами не обнаружено (исключение составляет температура тела – минимальная у татар), хотя и отмечаются более высокие показатели артериального давления (САД, ДАД) и пульсовой волны у адыгейских юношей.

Проведенное подробное анкетирование обследованных включало оценку уровня физической активности в соответствии с образом жизни (режим сна и бодрствования, учебные и профессиональные нагрузки, регулярные занятия спортом, другие виды физической активности), а также примерный суточный рацион потребляемых продуктов. Это позволило, используя показатели скорости основного обмена, полученные при биоимпедансометрии, и энергетическую ценность пищевого рациона, рассчитать среднесуточное поступление и расход калорий.

Как видно из таблицы (табл. 2), показатели потребления и расхода энергии у русских ниже, чем у татар и адыгейцев, в то же время соответствующие величины скорости основного обмена у мужчин трех изученных групп примерно одинаковы.

Понятно, что сравнение отдельных размеров не дает четкого представления о масштабах различий между группами. Поэтому с помощью множественного дискриминантного анализа группы сравнивались по всему комплексу антропометрических признаков, в этом случае использовались данные, полученные в ходе и летних и зимних обследований. Группы разделились практически без трансгрессии (рис.2а, б). О хороших результатах разделения этнических групп говорят очень высокие величины множественных коэффициентов корреляции (табл. 3). Полученные результаты сви-

детельствуют, что все различия по каждой из систем признаков следует, в первую очередь, рассматривать как отражение этногенетического своеобразия каждой из трех групп.

Значительно слабее этногенетическая принадлежность проявляется при сравнении групп по функциональным параметрам: АД1, АД2, ЧЧС, скорость основного обмена – СОО (рис. 3а, б).

Вероятно, это объясняется значительно большей вариабельностью физиологических параметров, границы варьирования которых в значительной степени трансгрессируют в этих этнических группах. Тем не менее, и по величинам физиологических параметров между группами отмечаются статистически значимые различия, хотя и не столь большие. На это указывают величины канонических корреляций, полученные в ходе множественного дискриминантного анализа (табл. 3).

Далее анализировались данные гипотермического обследования. В табл. 4 представлены основные статистические параметры большинства температурных характеристик различных участков тела испытуемого человека и окружающей среды, полученных в ходе гипотермического эксперимента (рис. 1а, б). В таблице 5 приведены показатели достоверности различий между группами русских, адыгейцев и татар по некоторым параметрам гипотермических испытаний.

В экстремальных условиях среды, сопровождаемых значительными перепадами температуры, включаются физиологические адаптивные реакции, характеризующиеся изменением теплового обмена и состояния сердечно-сосудистой системы. Снижение температуры тела до 33–32°C вызывает сонливость и помрачение сознания, ниже 30°C — прогрессирующее снижение обмена, кровяного давления, замедление сердечбиений [Бартон, Эдхолм, 1957]. Классификация тепловых состояний человека, построенная на основании данных о характере изменения основных приспособительных реакций, позволяющих организму бороться с действием низких температур, представляет наибольший интерес с точки зрения адаптации. В соответствии с такой классификацией [цит. по: Ажаев, 1979], предложенные условия термической пробы по градиенту температур туловище – конечность (в эксперименте лоб – палец) соответствуют «Очень холодно», «предельно переносимое охлаждение»,  $D > 10^{\circ}\text{C}$ . В то же время, по уровню такого физиологического показателя как изменение частоты пульса в предложенных условиях, испытуемые демонстрируют показатели, соответствующие «допустимому охлаждению» – «устойчивому приспособлению», когда приспособительные механизмы включены

**Таблица 2. Основные оценки статистических параметров морфофункциональных признаков у мужчин трех этнических групп и достоверности различий между ними (по материалам обследования в летний период)**

Признаки	Русские (N = 27) возраст: 22.8 года		Адыгейцы (N = 40) возраст: 20.5 лет		Татары (N = 50) возраст: 20.9 лет		Русские – адыгейцы	Русские – татары	Татары – адыгейцы
	X	S	X	S	X	S			
Длина тела, см	179.0	4.4	175.3	5.9	172.3	6.6	0.0453	0.0000	0.0544
Длина ноги, см	97.0	3.7	93.8	4.8	93.2	4.6	0.0229	0.0025	
Длина корпуса, см	82.0	2.6	81.5	2.3	79.1	3.0		0.0001	0.0003
Длина руки, см	79.0	2.8	77.8	3.5	75.8	3.7		0.0009	0.0290
Диаметр плеч, см	40.6	1.7	40.5	2.1	39.5	1.8		0.0522	
Диаметр таза, см	28.8	1.9	28.3	1.5	28.2	1.5			
Диаметр груди поперечный, см	28.5	2.0	28.2	1.9	28.3	1.8			
Диаметр груди продольный, см	20.8	2.5	20.0	1.7	19.2	1.8		0.0044	
Обхват груди, см	94.2	7.2	92.7	6.1	90.4	5.3		0.0377	
Обхват талии, см	80.1	8.1	77.1	8.6	76.5	5.4			
Обхват ягодиц, см	97.6	6.6	94.0	6.2	92.3	5.1		0.0011	
Обхват плеча, см	31.2	3.6	29.5	3.1	28.8	2.6		0.0047	
Обхват плеча (напряженное), см	33.8	4.0	32.1	3.2	31.4	2.7		0.0094	
Обхват предплечья, см	27.8	1.9	26.9	1.7	26.7	1.6		0.0197	
Обхват бедра, см	57.7	5.6	54.9	5.1	53.7	4.0		0.0024	
Обхват голени, см	38.1	2.8	36.0	2.7	35.7	2.5	0.0102	0.0013	
Жировая складка на спине под лопаткой, мм	10.6	5.0	10.0	4.4	8.4	3.0			
Жировая складка на плече 1, мм	8.6	4.2	8.4	3.4	6.6	3.0			0.0442
Жировая складка на плече 2, мм	3.3	1.5	3.2	1.0	2.8	1.0			
Жировая складка на предплечье, мм	4.5	1.9	4.0	1.5	3.6	1.0			
Жировая складка на животе 1, мм	12.6	6.2	11.9	7.0	9.4	6.1		0.0359	
Жировая складка на животе 2, мм	10.7	5.3	9.4	6.4	8.3	4.9			
Жировая складка на бедре 1, мм	8.5	5.5	9.1	4.5	4.9	2.0		0.0011	0.0000
Жировая складка на бедре 2, мм	10.0	4.7	6.6	3.9	8.0	3.5	0.0034		
Жировая складка на голени, мм	9.0	4.3	10.3	5.4	7.2	3.2			0.0037
Ширина локтя, мм	73.4	4.1	71.9	3.9	73.1	4.2			
Ширина запястья, мм	59.1	3.6	57.4	3.5	58.2	3.5			
Ширина колена, мм	101.5	5.0	100.4	6.2	98.4	5.5			
Ширина лодыжки, мм	72.0	3.3	70.3	4.1	70.6	3.7			

Продолжение таблицы 2

Признаки	Русские (N = 27) возраст: 22,8 года		Адыгейцы (N = 40) возраст: 20,5 лет		Татары (N = 50) возраст: 20,9 лет		Русские – адыгейцы	Русские – татары	Татары – адыгейцы
	X	S	X	S	X	S			
Масса тела, кг	76.7	12.3	70.6	10.9	67.7	8.8		0.0022	
Индекс массы тела (ИМТ)	23.9	3.5	22.9	3.2	22.8	2.6			
Систолическое артериальное давление (САД)	129.6	15.0	132.6	13.4	127.2	10.6			
Диастолическое артериальное давление (ДАД)	74.2	12.0	78.0	7.1	75.6	9.4			
Частота сердечных сокращений (ЧСС)	76.6	15.3	78.4	14.91	71.1	11.8			
Температура тела, °С	36.9	0.8	36.6	0.6	36.5	0.5		0.0270	
Активное сопротивление, Ом (БИА)	521.5	63.4	551.2	58.1	516.8	50.1			0.0178
Реактивное сопротивление, Ом (БИА)	68.7	4.6	72.1	7.2	72.6	7.5			
Жировая масса тела, кг (БИА)	16.4	6.9	14.9	6.8	11.8	4.8		0.0082	
Жировая масса тела, % (БИА)	20.8	5.4	20.4	6.0	17.0	5.2		0.0180	0.0174
Тошная масса тела, кг (БИА)	60.3	6.9	55.9	5.6	56.1	4.9	0.0078	0.0092	
Тошная масса тела, % (БИА)	79.3	5.2	79.8	6.0	83.5	5.9		0.0125	0.0150
Жировая масса, кг (Матейка)	10.9	6.1	10.2	5.4	7.6	3.5		0.0176	0.0425
Жировая масса, % (Матейка)	13.8	5.2	13.9	5.6	10.9	4.1		0.0079	0.0167
Тошная масса тела, кг (Матейка)	65.7	8.2	60.4	7.2	60.1	6.9	0.0164		
Тошная масса тела, % (Матейка)	85.8	5.3	86.1	5.6	89.1	4.1		0.0240	0.0176
Скорость основного обмена (СОО), ккал	1775.5	170.4	1680.8	125.6	1721.2	102.8			
Общее потребление энергии (ОПЭ), ккал	3122.4	1021.1	3612.8	856.9	3981.7	1052.4		0.0039	
Общий расход энергии (ОРЭ), ккал	2613.7	720.7	2933.2	561.3	3165.3	670.6		0.0049	

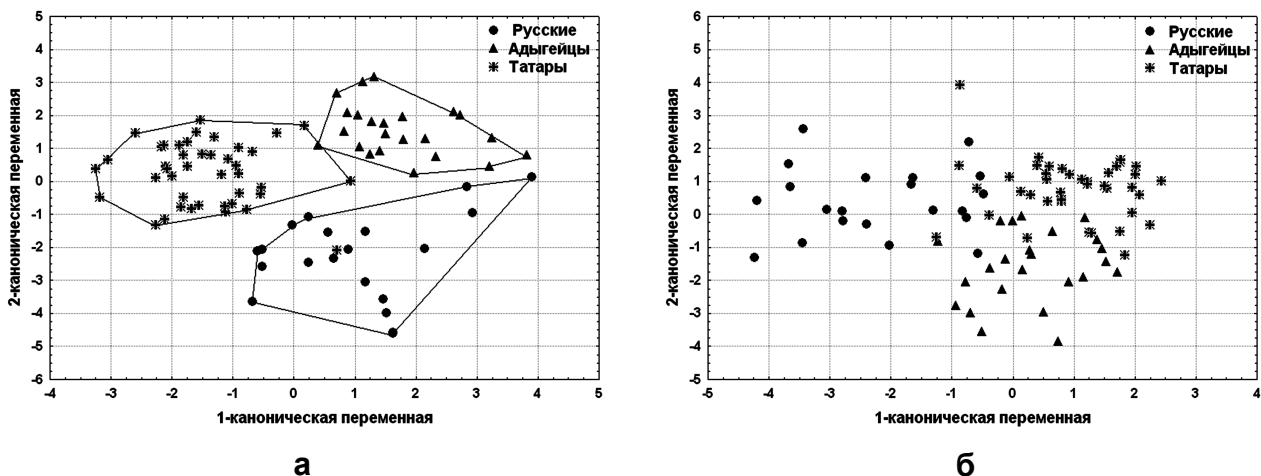


Рис. 2. Результаты множественного дискриминантного анализа по комплексу антропометрических признаков в трех этнических группах: а) летние обследования, б) зимние обследования

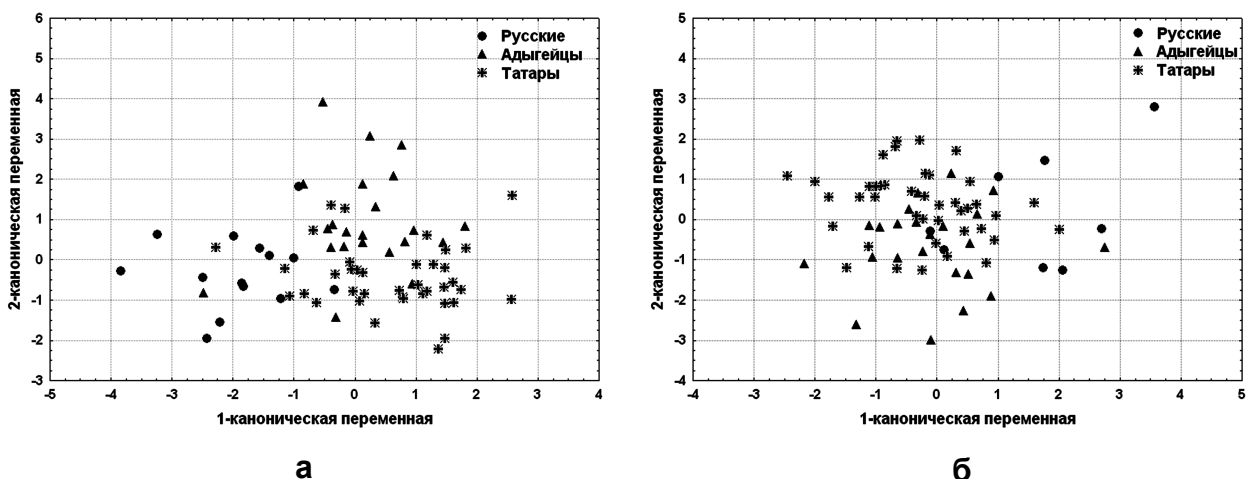


Рис. 3. Результаты множественного дискриминантного анализа по комплексу функциональных показателей в трех этнических группах: а) летние обследования, б) зимние обследования

Таблица 3. Результаты множественного дискриминантного анализа

Признаки	Каноническая корреляция $R$		Критерий Уилкса $\lambda$		$p$	
	лето	зима	лето	зима	лето	зима
Антропометрические	0.751	0.754	0.303	0.272	0.0017	0.0016
Функциональные	0.806	0.689	0.222	0.403	0.0002	0.0009
Показатели гипотермических испытаний	0.793	0.946	0.259	0.087	0.0035	0.0000
Все признаки	0.988	0.999	0.007	0.0003	0.0000	0.0000



Таблица 4. Основные оценки статистических параметров показателей гипотермических испытаний у мужчин трех этнических групп

Признаки	лето						зима					
	Русские	Адыгейцы	Татары	Все группы	Русские	Адыгейцы	Татары	Все группы	Русские	Адыгейцы	Татары	Все группы
	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	S
Минимальная температура пальца руки после погружения в воду, °С	6.6	6.1	6.3	6.3	7.2	5.8	5.9	6.3	7.2	5.8	5.9	6.3
	1.13	1.07	0.70	0.97	1.86	0.80	0.71	1.35	1.86	0.80	0.71	1.35
Максимальная температура пальца руки после погружения в воду, °С	10.3	10.1	10.8	10.4	11.7	10.2	10.0	10.6	11.7	10.2	10.0	10.6
	1.51	1.35	2.01	1.63	2.09	1.83	1.97	2.04	2.09	1.83	1.97	2.04
Средняя температура пальца руки после погружения в воду, °С	8.5	8.5	9.1	8.7	9.2	8.2	8.5	8.6	9.2	8.2	8.5	8.6
	1.07	0.97	1.21	1.08	1.66	1.06	1.07	1.33	1.66	1.06	1.07	1.33
Амплитуда температуры пальца руки погружения в воду, °С	3.7	4.0	4.5	4.1	4.5	4.4	4.1	4.3	4.5	4.4	4.1	4.3
	1.20	1.45	2.21	1.65	2.22	1.74	1.78	1.87	2.22	1.74	1.78	1.87
Время начала адаптации после достижения минимума (повышение t° пальца), минуты	5.8	6.0	7.0	6.3	5.4	6.2	6.6	6.1	5.4	6.2	6.6	6.1
	1.73	2.01	2.94	2.28	1.81	1.39	3.33	2.31	1.81	1.39	3.33	2.31
Время максимального нагрева руки после начала адаптации, минуты	5.7	6.1	7.3	6.4	4.5	6.5	5.8	5.6	4.5	6.5	5.8	5.6
	2.63	2.22	4.36	3.18	1.01	2.41	2.35	2.14	1.01	2.41	2.35	2.14
Температура пальца руки перед погружением в воду, °С	32.6	31.4	30.6	31.6	32.2	26.1	29.0	29.1	32.2	26.1	29.0	29.1
	2.99	3.01	4.10	3.40	3.50	5.96	4.81	5.34	3.50	5.96	4.81	5.34
Уровень восстановления t° пальца в течение 5 мин. после окончания эксперимента, %	74.5	75.1	80.3	76.7	79.1	84.4	81.7	81.7	79.1	84.4	81.7	81.7
	9.19	12.28	16.43	12.84	15.23	26.68	18.42	20.14	15.23	26.68	18.42	20.14
Уровень восстановления t° пальца в течение 10 мин. после окончания эксперимента, %	81.0	83.9	86.5	83.8	84.4	87.2	84.5	85.3	84.4	87.2	84.5	85.3
	9.67	9.96	15.12	11.70	17.43	28.31	18.31	21.25	17.43	28.31	18.31	21.25
Температура в лобной точке перед началом эксперимента, °С	34.5	34.8	34.7	34.7	34.3	33.9	34.2	34.1	34.3	33.9	34.2	34.1
	0.76	0.42	0.54	0.59	0.39	0.76	0.35	0.55	0.39	0.76	0.35	0.55
Температура в лобной точке после погружения руки в воду, °С	34.4	34.8	34.7	34.6	34.2	33.8	34.1	34.1	34.2	33.8	34.1	34.1
	0.76	0.47	0.55	0.61	0.51	0.87	0.35	0.63	0.51	0.87	0.35	0.63
Уровень восстановления t° в лобной точке в течение 5 мин. после окончания эксперимента, %	99.7	99.3	99.6	99.5	99.4	99.0	99.7	99.4	99.4	99.0	99.7	99.4
	0.98	0.95	0.77	0.90	1.80	2.40	0.60	1.74	1.80	2.40	0.60	1.74
Уровень восстановления t° в лобной точке в течение 10 мин. после окончания эксперимента, %	99.5	99.2	99.6	99.4	99.0	98.9	99.6	99.2	99.0	98.9	99.6	99.2
	1.09	1.01	1.02	1.02	2.04	1.96	0.72	1.66	2.04	1.96	0.72	1.66
Температура под языком перед началом эксперимента, °С	37.0	37.0	37.0	37.0	36.9	36.6	36.9	36.8	36.9	36.6	36.9	36.8
	0.31	0.45	0.14	0.31	0.19	0.55	0.21	0.37	0.19	0.55	0.21	0.37
Температура под языком после погружения руки в воду, °С	37.0	37.1	37.0	37.0	37.0	36.6	36.9	36.8	37.0	36.6	36.9	36.8
	0.40	0.59	0.26	0.42	0.26	0.53	0.26	0.39	0.26	0.53	0.26	0.39
Уровень восстановления t° под языком в течение 5 мин. после окончания эксперимента, %	99.3	99.2	99.2	99.3	99.1	98.7	99.1	99.0	99.1	98.7	99.1	99.0
	0.72	1.11	0.58	0.81	0.77	2.91	0.52	1.72	0.77	2.91	0.52	1.72
Уровень восстановления t° под языком в течение 10 мин. после окончания эксперимента, %	99.2	99.3	99.3	99.2	99.1	98.1	99.4	98.9	99.1	98.1	99.4	98.9
	0.72	1.23	0.51	0.85	0.72	3.79	0.49	2.24	0.72	3.79	0.49	2.24
Температура воды, °С	5.0	5.1	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
	0.04	0.11	0.03	0.07	0.13	0.04	0.04	0.09	0.13	0.04	0.04	0.09
Температура воздуха в комнате, °С	23.6	24.3	24.2	24.0	22.3	18.2	21.2	20.6	22.3	18.2	21.2	20.6
	0.98	0.97	0.60	0.91	1.14	0.68	0.69	1.94	1.14	0.68	0.69	1.94

Таблица 5. Значения критерия Шеффе ( $p < 0.05$ )

Признаки	Русские – адыгейцы	Русские – татары	Татары – адыгейцы
	зима		
Минимальная температура пальца руки после погружения в воду, °С	0.015175	0.022996	
Максимальная температура пальца руки после погружения в воду, °С		0.059289	
Температура пальца руки перед погружением в воду, °С	0.006316		
Время максимального нагрева руки после начала адаптации, минуты	0.028578		
Температура под языком после погружения руки в воду, °С	0.032976		0.048561
Температура воздуха в комнате, °С	0.000000	0.006361	0.000000

в процесс терморегуляции только частично (снижение частоты пульса на 0–10 сокращений в минуту), или «предельно допустимому охлаждению», «частичному приспособлению» – второй стадии охлаждения, заканчивающейся максимальным увеличением теплопродукции (снижение частоты пульса более чем на 10 сокращений в минуту). На рис. 4 видно, что при проведении холодной пробы снижение частоты сердечных сокращений наблюдается как в период погружения кисти в холодную воду, так и в дальнейшем, в период восстановления (после извлечения конечности из воды).

Спектр индивидуальных реакций довольно широк: некоторые испытуемые (обычно спортсмены) демонстрируют даже отсутствие пульсовой реакции на холодное воздействие. По средним показателям снижения частоты пульса в условиях холодной пробы молодые мужчины татары значительно отличаются от русских и адыгейских сверстников. Показатели татар попадают в зону

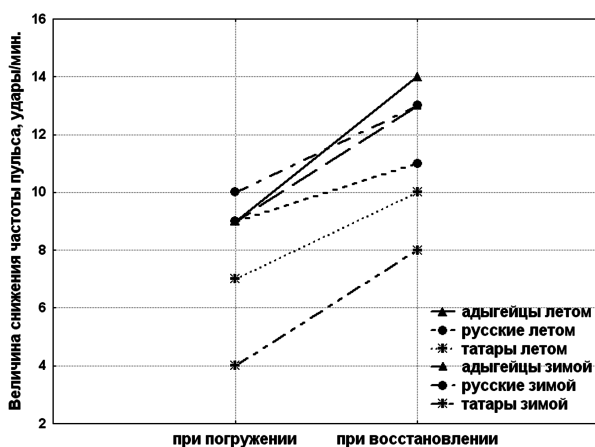


Рис. 4. Средние показатели понижения частоты пульса в момент погружения руки в холодную воду и в период восстановления у мужчин трех групп в ходе летних и зимних испытаний

«устойчивого приспособления», тогда как у русских и адыгейцев частота пульса падает более чем на 10 ударов в минуту.

Снижение частоты пульса тем меньше, чем меньше исходные показатели пульса в нормальных условиях. Средние показатели частоты пульса у русских, адыгейцев и татар, принимавших участие в холодном эксперименте 2 раза (всего 33 человека), – 85, 75 и 73 удара в минуту, соответственно, т.е., несмотря на сравнительно низкую исходную частоту пульса, у адыгейцев падение частоты пульса при холодном стрессе сопоставимо с показателями падения частоты сердечных сокращений при проведении холодной пробы у русских.

Далее по всем параметрам гипотермического испытания был проведен множественный дискриминантный (канонический) анализ. Результаты анализа показали, что существуют четкие и статистически достоверные этногенетические различия между русскими, адыгейцами и татарами (табл. 3). Однако эти различия отмечаются только зимой, в летний период этническая специфика групп выражена значительно слабее (рис. 5 а, б).

Столь различающиеся по сезонам результатам можно объяснить менее комфортными температурными условиями проведения температурных испытаний в зимний период. Зафиксированная средняя температура в помещении в зимний период на 3.5°С меньше, чем летом (20.5°С и 24.0°С). Такой кумулятивный температурный эффект способствовал более отчетливому проявлению этногенетических особенностей групп. О том, что средняя температура помещения в достаточно сильной мере может влиять на физиологические параметры, говорят результаты множественного регрессионного анализа всех показателей температурной пробы на среднюю температуру помещения. Летом регрессионная связь значительно ниже ( $R = 0.617$ ;  $p < 0.038$ ), по сравнению с зимним периодом –  $R = 0.794$ ;  $p < 0.000$ .

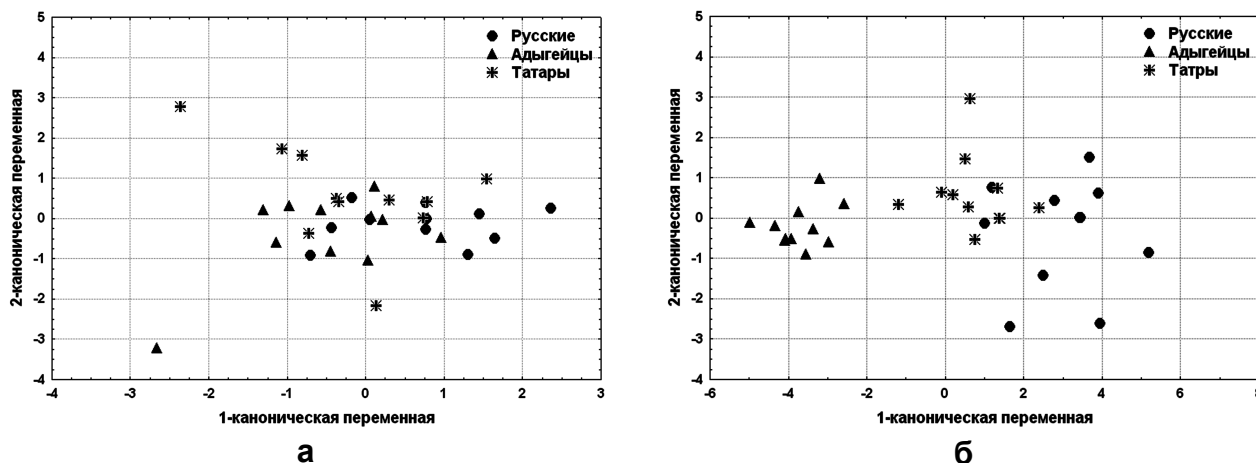


Рис. 5. Результаты множественного дискриминантного анализа по комплексу температурных параметров в трех этнических группах: а) летние испытания, б) зимние испытания

На следующем этапе исследования анализировались взаимозависимости показателей холодовых испытаний и системы морфофункциональных признаков. Очевидно, что комплекс морфофункциональных показателей определяют индивидуальные особенности человека, которые обычно ассоциируются с конституциональной принадлежностью, поэтому представляется важным проведение анализа как по всему комплексу морфофункциональных показателей, так и по его составляющим – антропометрическим и функциональным параметрам.

В качестве интегративного показателя взаимозависимости использовались канонические корреляции (КК), позволяющие рассчитать взаимосвязь между наборами признаков. КК между показателями холодной пробы и антропометрическими признаками рассчитывались отдельно зимой и летом.

Уровень коррелированности чрезвычайно высокий (табл. 6). Такие результаты свидетельствуют о выраженной индивидуальности систем организма, проявляющейся как в специфических реакциях на холодовый стресс, так и в соматических и функциональных характеристиках организма. Обращает внимание, что величины КК имеют большие значения в зимнее время, по сравнению с летними данными.

Эти, впервые полученные результаты, показали глубину групповых различий, обусловленную

**Таблица 6. Величины канонических корреляций (КК) между показателями гипотермического испытания и различными системами признаков**

ПРИЗНАКИ	Лето	Зима
Антропометрические признаки	0.89	0.92
Функциональные признаки	0.80	0.93

адаптационными возможностями представителей трех этнических групп. Наиболее вероятно, что особенности реагирования на температурное воздействие обусловлены генетическими особенностями групп (этнической принадлежностью). Интересно, что данная система признаков никогда ранее не рассматривалась как информативная и специфичная в отношении расовой принадлежности.

После анализа межгрупповых различий по каждой из систем на заключительном этапе проводилось сопоставление по всему комплексу признаков с помощью пошаговой процедуры множественного дискриминантного анализа. В результате, при использовании всего комплекса признаков можно, практически, со 100% вероятностью классифицировать по этнической принадлежности любого из обследованных индивидов, о чем свидетельствуют результаты проведенного анализа (рис. 6а, б).

## Выводы

1. В ходе исследования выявлено наличие четко выраженного, наследственно обусловленного комплекса признаков, определяющего своеобразие этнических групп, имеющих длительную историю проживания на территории формирования каждого из этносов. Наиболее отчетливо этническое своеобразие проявляется по комплексу морфологических показателей.
2. Установлены четкие и статистически достоверные ( $p < 0.001$ ) этногенетические различия в нормах реакции на условия холодового испытания. Наиболее отчетливо эти различия проявляются зимой, что можно объяснить менее комфортными температурными условиями проведения опыта (понижение  $t^\circ$  в помещении).

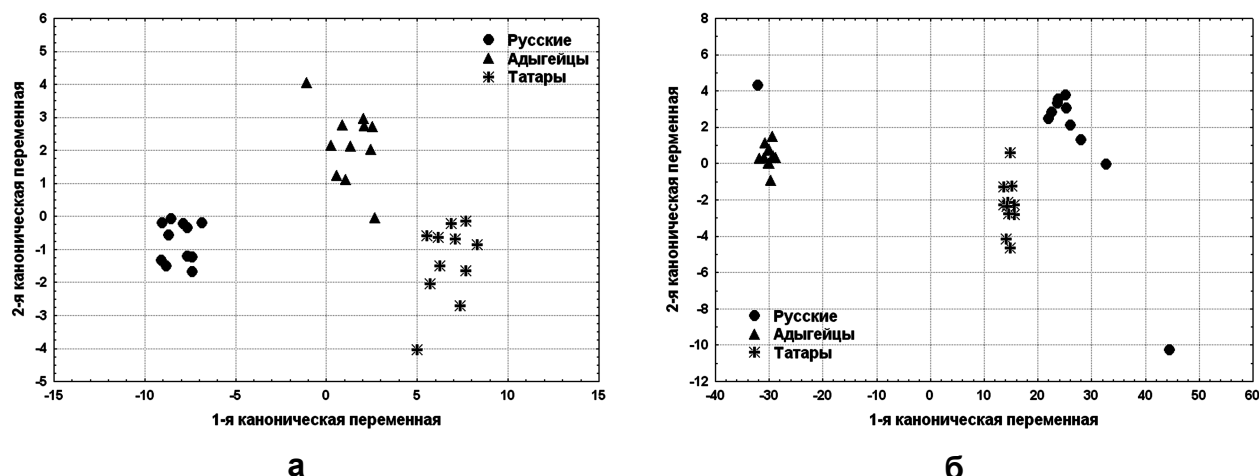


Рис. 6. Результаты множественного дискриминантного анализа по комплексу морфофункциональных и температурных параметров в трех этнических группах: а) летние обследования, б) зимние обследования

3. По результатам множественного дискриминантного (канонического) анализа впервые получены различия в уровнях основного обмена и базовых характеристиках сердечно-сосудистой системы, обусловленные адаптационными возможностями представителей трех этнических групп в условиях холодových испытаний.

### Благодарности

Авторы благодарят японских коллег: профессора А. Ясукочи, доктора К. Ишибаши и доктора Т. Козаки (Университет Кюсю, Япония), профессора К. Аояги (Университет Нагасаки, Япония) за неоценимую помощь в освоении экспериментальных методик и обработке данных; кандидата биологических наук Н.М. Исламову и доктора биологических наук Э.А. Почешхову за помощь в организации исследования; Российский фонд фундаментальных исследований за финансовую поддержку (гранты РФФИ № 05-06-80907-ЯФ\_а и № 07-06-00410-а).

### Библиография

Ажаев А.Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур. М.: Наука, 1979.  
 Алексеева Т.И. Географическая среда и биология человека. М.: Мысль, 1977.  
 Алексеева Т.И. Антропозоологическое изучение различных районов мира // Проблемы экологии человека. М.: Наука, 1986(а). С. 42–48  
 Алексеева Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека. М.: Изд-во МГУ, 1986(б).  
 Бартон А., Эдхолм О. Человек в условиях холода. Пер. с англ. М., 1957.  
 Дерябин В.Е., Пурунджан А.Л. Географические особенности строения тела населения СССР. М.: Изд-во МГУ, 1990.

Никитюк Б.А. Современная антропология – медицине // Современная антропология медицине и народн. хоз-ву. Тез. конф. Тарту, 1988. С. 6–10.

Павловский О.М. Биологический возраст у человека. М.: Изд-во МГУ, 1987.

Crognier E. Climate and anthropometric variations in Europe and the Mediterranean area // Ann. Hum. Biol. 1981. Vol.8. P. 99–107.

Daanen H.A.M. Finger cold-induced vasodilation: a review // Eur. J. Appl. Physiol. 2003, Vol. 89. P. 411–426.

Eveleth Ph.B., Tanner J.M. Worldwide Variation in Human Growth. 1st Ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1976.  
 Eveleth Ph.B., Tanner J.M. Worldwide Variation in Human Growth. 2nd Ed. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990.

Froment A. and Hiernaux J. Climate-associated variation between populations of the Niger bend // Ann. Hum. Biol. 1984. Vol. 11. P. 189–200.

Marshall E.L. A review of American research on seasonal variation in stature and body weight // J. Pediatr. 1937. Vol. 10. P. 819–831.

Roberts D. Body weight, race and climate // Amer. J. Phys. Anthropol. 1953. Vol. 11. P. 533–558.

Ruff C.B. Morphological adaptation to climate in modern and fossil hominids // Yearb. Phys. Anthropol. 1994. Vol. 37. P. 65–107.

Tanaka M. Experimental studies on human reaction to cold Differences in the vascular hunting reaction to cold according to sex, season and environmental temperature // Bull. Tokyo Med. Dent. Univ. 1971, Vol. 18. P. 269–280.

Ulijaszek S., Mascie-Taylor C.G.N., Eds. Anthropometry: the Individual and the Population. Cambridge University Press, 1994.

### Контактная информация:

Година Е.З. Тел.: (495) 629-55-45, e-mail: godina@antropos.msu.ru.  
 Задорожная Л.В. Тел.: (495) 629-40-70, e-mail: Zadorojnaia@rambler.ru.  
 Хомякова И.А. Тел.: (495) 629-40-70, e-mail: irina-khomyakova@yandex.ru.