

КОРРЕЛЯЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПУЛЯЦИЙ ЧЕЛОВЕКА С КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

В.Ш. Белкин¹, М.А. Коростышевский¹, В.А. Бацевич², О.М. Павловский,
Е.Д. Кобылянский¹

¹ *Кафедра анатомии и антропологии, Медицинский факультет им. Саклера, Тель-Авивский университет, Тель-Авив, Израиль*

² *НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва*

В настоящей работе использованы материалы по морфологии головы и тела и оценке темпов старения скелета кисти (OSSEO), полученные в ходе полевых исследований 33 географических регионов (бывшая территория СССР) сотрудниками НИИ и Музея антропологии МГУ в период 1961–1991 годов. В анализ включены данные обследования 4386 мужчин и 4436 женщин в возрастном диапазоне 17–95 лет. Для анализа связи морфологических характеристик человека с климатическими условиями на популяционном уровне индивидуальные морфологические характеристики нормировались по возрасту и полу. Факторный анализ определил пять интегральных морфологических факторов, объясняющих 79.3% изменчивости исследованных параметров тела человека: 1-й фактор (M1) характеризует жировой компонент тела; 2-й фактор (M2) определяет продольные размеры тела; 3-й фактор (M3) обуславливает пропорции тела; 4-й фактор (M4) характеризует параметры грудной клетки; 5-й фактор (M5) связан с параметрами возрастных изменений кисти. Для черепно-лицевых признаков было выделено два интегральных морфологических фактора, объясняющих 74.4% наблюдаемого разнообразия: H1 – лицевой и H2 – головной. Проведен корреляционный анализ между этими факторами и климатическими индикаторами. Результаты показывают, что морфологические характеристики груди человека являются наиболее зависимыми от климатических параметров обследованных популяций.

Ключевые слова: антропозология, морфология человека, климатические факторы

*Памяти друга и коллеги
Олега Михайловича Павловского*

Введение

В антропозологической литературе представлены многочисленные данные о том, что нормативные морфо-функциональные характеристики у лиц, проживающих в различных климатогеографических регионах, отличаются друг от друга [Алексеева, 1971–1998; Гудкова, 1998; 2008; 2009]. При объяснении этих данных авторы обсуждают широкий спектр причин, определяющих морфофизиологические различия. Это и этнорасовые различия, и особенности питания и длительность проживания на данной территории, и глобальные климатические различия территорий и другие факторы.

В настоящей работе сделана попытка проследить уровень взаимосвязи антропометрических характеристик с климатогеографическими показателями различных популяций. Анализируемые антропометрические характеристики нормировались по полу и по возрасту в общей выборке. Необходимость учета возрастно-половой структуры выборки обусловлена значимой зависимостью распределения морфометрических показателей от распределения по полу и возрасту. Так как эта компонента вариабельности не являлась мишенью нашего исследования, то её возможное влияние на результаты должно было быть сведено к минимуму. Нивелирование этой компоненты из общей вариабельности не затрагивает другие

компоненты индивидуальной и групповой вариативности морфометрических признаков, исследуемых в данной работе. Такой подход может способствовать более глубокому пониманию доли климатической компоненты в общем комплексе факторов, определяющих популяционные различия.

Материал и методы исследования

Антропологические данные

Детальный список обследованных групп и перечень вошедших в анализ признаков, а также суммарная численность соответствующих выборок представлен в табл. 1–2. В работе использованы материалы по морфологии головы и тела, а также оценка темпов старения скелета кисти (OSSEO), полученные в ходе полевых экспедиций сотрудниками НИИ и Музея антропологии МГУ в период 1961–1991 гг. Все обследованные являлись постоянными жителями рассматриваемых территорий [Pavlovsky, Kobylansky, 1997]. Материалы этих экспедиций анализировались ранее в работах сотрудников института Антропологии МГУ, в частности, в работах Гудковой [Гудкова, 1998, 2008, 2009].

Климатические данные

Климато-географические данные для популяций, включенных в настоящее исследование, опубликованы нами ранее [Belkin et al., 1998]. Эти данные включают: географические координаты (широта и долгота), среднемесячную температуру воздуха ($t^{\circ}\text{C}$) в январе ($\text{Cr}_{t^{\circ}}\text{Янв}$) и в июле ($\text{Cr}_{t^{\circ}}\text{Июл}$), среднемесячное атмосферное давление воздуха (гПа) в январе ($\text{Cr}_{\text{АДВ}}\text{Янв}$) и в июле ($\text{Cr}_{\text{АДВ}}\text{Июл}$), сумму годовых осадков ($\text{Сум}_{\text{ГО}}$ мм) и высоту местности в м над уровнем моря. ($\text{Выс}_{\text{МУМ}}$). Среднемесячная влажность воздуха в январе и в июле ($\text{Cr}_{\text{ВлВ}}\text{Янв}$, $\text{Cr}_{\text{ВлВ}}\text{Июл}$) была представлена как давление водяного пара в воздухе (гПа). По данным географических координат определялась средняя продолжительность светового дня (в часах) в январе и в июле ($\text{Cr}_{\text{ПСД}}\text{Янв}$, $\text{Cr}_{\text{ПСД}}\text{Июл}$). Вся информация была извлечена из Monthly Climatic Data for World [URL: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/monthly.html>]S (дата обращения: 06.05.2009)]. В дополнение был рассчитан Биоклиматический индекс суровости метеорежима – БИСМ. В статье В.Ш. Белкина [Belkin, 1992] дано

детальное объяснение формулы вычисления БИСМ и указаны области применения этого индекса. В целом БИСМ – это эмпирическая мера «комфорта», отражающая суровость климатического влияния на человеческий организм. Данный индекс был рассчитан отдельно для января и для июля. Разница между этими двумя индексами отражает межсезонные различия климатических условий [Максимов, Белкин, 2005].

Статистические методы

Возрастная зависимость антропометрических признаков исследовалась отдельно для мужчин и женщин с помощью регрессионных полиномиальных моделей. Выбор лучшей модели осуществлялся на основе метода отношения правдоподобия. Полученные модели возрастной зависимости использовались для нивелирования вариативности, связанной с влиянием пола и возраста. Результаты были использованы для изучения взаимосвязи с климатическими факторами. Этот анализ производился как для отдельных биологических и климатических показателей, так и для 9 агрегированных характеристик: климата (2), морфологии тела (5), морфологии головы и лица (2). Агрегация признаков производилась на основе факторного анализа. Все статистические вычисления осуществлялись на основе пакетов прикладных программ STATISTICA–2005 и MAN–2009 [Malkin, Ginsburg, 2009].

Результаты

Результаты анализа зависимости антропометрических признаков от возраста в группах мужчин и женщин представлены в табл. 2. Нивелирование этого компонента приводит к тому, что средние значения признаков в общей выборке совпадают в различных возрастных группах и не зависят от пола в общей выборке. Эта процедура не затрагивает другие компоненты индивидуальной и групповой вариативности.

Результаты анализа корреляций между нормированными признаками приведены отдельно для двух групп морфологических признаков: тела (табл. 3); лица и головы (табл. 4).

Дальнейшие результаты были получены с использованием факторного анализа для климатических (табл. 5) и двух морфометрических групп признаков (табл. 6, 7). Факторный анализ посредством замены группы взаимно скоррелированных

Таблица 1. Географическая локализация и размер изученных этнических выборок по группам признаков

Обследованные группы	Место обследования	OSSEO			Морфология тела			Морфология головы		
		мужчины	женщины	всего	мужчины	женщины	всего	мужчины	женщины	всего
Абхазы_1	Абхазская АССР, Очамчирский р-н, пос. Члоу, Джгерда, Агара	324	294	618	354	293	647	–	–	–
Абхазы_2	Абхазская АССР, Гулдаутский р-н, пос. Калдахвара, Аацы	234	183	417	293	211	504	–	–	–
Азербайджанцы	Азербайджанская ССР, Казахский р-н, пос. Аскипара	131	162	293	183	201	384	–	–	–
Бедуины	Египет, Синайский п-ов	107	–	107	–	–	–	–	–	–
Буряты	Бурятская АССР, Баргузинский аймак, пос. Аргода, Курумкан, Улюн	125	179	304	137	189	326	136	189	325
Белорусы	Белорусская ССР, Могилевская обл., пос. Веремейки	75	96	171	51	72	123	–	–	–
Чукчи	Магаданская обл., Чукотский р-н, пос. Уэлен, Лорино	71	99	170	69	79	148	–	–	–
Эскимосы	Магаданская обл., Провиденский р-н, пос. Уэлен, Сиреники, Новое Чаплино	48	56	104	–	–	–	–	–	–
Грузины	Грузинская ССР, Тержолский р-н, пос. Алисубани	89	182	271	85	179	264	–	–	–
Индийцы	Индия, округ Дели	185	–	185	157	–	157	–	–	–
Евреи	Израиль	158	134	292	–	–	–	–	–	–
Каракалпаки	Каракалпакская АССР, Тахтакупырский р-н, пос. Караузяк	93	111	204	85	98	183	79	81	160
Коряки	Корякский АО, Камчатская обл., Тигильский р-н.	52	40	92	–	–	–	–	–	–
Казахи	Казахская ССР, Джамбульская обл., пос. Акколь	115	109	224	100	105	205	98	105	203
Литовцы	Литовская ССР, г. Клайпеда, Паланга, Вильнюс	195	133	328	–	–	–	–	–	–
Халха-монголы	МНР, Увюр-Хангайский аймак, сомоны Бат-Улзий, Бурд	97	96	193	–	–	–	–	–	–
Ненцы	Ямало-Ненецкий АО, п. Тарко-Сале	73	37	110	59	28	87	43	12	55

Примечание. * – Названия административных единиц во время обследования популяций

Продолжение таблицы 1

Обследованные группы	Место обследования	OSSEO			Морфология тела			Морфология головы		
		мужчины	женщины	всего	мужчины	женщины	всего	мужчины	женщины	всего
Русские_01	Бурятская АССР, Баргузинский аймак, пос. Аргода, Курумкан, Баргузин, Читкан, Уро	265	273	538	276	287	563	273	287	560
Русские_02	Азербайджанская ССР, Исмаиллинский р-н, п. Ивановка	207	224	431	236	263	499	—	—	—
Русские_03	Литовская ССР, г. Клайпеда, Паланга, Вильнюс	81	107	188	—	—	—	—	—	—
Русские_04	Курская обл., Обоянский р-н, п. Рождественка	60	46	106	84	104	188	82	99	181
Русские_05	Воронежская обл., Поворинский р-н, п. Пески	118	242	360	104	217	321	—	—	—
Русские_06	Липецкая обл., Добровский р-н, п. Путятино	34	52	86	37	57	94	—	—	—
Русские_07	Крымская обл., Красногвардейский р-н, п. Восход	75	159	234	—	—	—	—	—	—
Русские_08	Коми АССР, г. Ухта	78	201	279	—	—	—	—	—	—
Русские_09	Москва	4	76	80	—	—	—	—	—	—
Русские_10	Коми АССР, г. Сыктывкар	24	23	47	—	—	—	—	—	—
Русские_11	Ярославская обл., Ростовский р-н, с. Поречье	219	266	485	—	—	—	—	—	—
Русские_12	Воронежская обл, Россошанский р-н, г. Россошь	93	84	177	91	80	171	—	—	—
Саамы	Мурманская обл., п. Ловозеро	23	20	43	22	18	40	—	—	—
Таджики_1	Ленинабадская обл., Исфаринский р-н, к. Чорку	108	89	197	119	99	218	109	99	208
Таджики_2	Ленинабадская обл., Ленинабадский р-н, к. Унжи	54	88	142	56	88	144	49	76	125
Туркмены текинцы	Туркменская ССР, Бахарденский р-н, к. Келята	92	100	192	96	107	203	90	64	154
Тувинцы	Тувинская АССР, п. Чадан, Эрзин, Тоора-Хем	173	130	303	—	—	—	—	—	—
Украинцы	Крымская обл., Красногвардейский р-н, п. Восход	58	90	148	—	—	—	—	—	—
Туркмены йомуты	Туркменская ССР, Казанджикский р-н, к. Кульмач, Узун-Су	81	78	159	71	78	149	—	—	—

Таблица 2. Корреляционная матрица морфологических признаков с возрастом

Признаки	мужчины			женщины		
	n	r	p	n	r	p
OSSEO	4357	0.780	0.000	4615	0.790	0.000
Длина тела (см)	2764	-0.180	0.000	2852	-0.267	0.000
Вес тела (кг)	2756	0.138	0.000	2819	0.235	0.000
Обхват груди (см)	2738	0.317	0.000	2827	0.356	0.000
Плечевой диаметр (см)	2730	-0.088	0.000	2828	-0.053	0.005
Тазовый диаметр (см)	2685	0.272	0.000	2780	0.308	0.000
Поперечный диаметр груди (см)	2691	0.125	0.000	2784	0.181	0.000
Продольный диаметр груди (см)	2695	0.479	0.000	2782	0.618	0.000
Грудной индекс (%)	2685	0.447	0.000	2782	0.576	0.000
Индекс массивности скелета	2510	0.074	0.000	2724	0.183	0.000
Относительное содержание жира (%)	2507	0.188	0.000	2716	0.172	0.000
Средняя жировая складка (мм)	2648	0.183	0.000	2750	0.225	0.000
Индекс длина корпуса/длина ноги (%)	2438	-0.010	0.634	2524	-0.056	0.005
Индекс длина ноги/длина тела (%)	2434	0.022	0.278	2517	0.057	0.004
Длина плеча (см)	2546	-0.076	0.000	2522	-0.032	0.113
Длина предплечья (см)	2541	0.041	0.041	2521	0.026	0.200
Длина бедра (см)	2430	-0.081	0.000	2505	-0.215	0.000
Длина голени (см)	2286	-0.051	0.014	2502	-0.057	0.004
Продольный диаметр головы (мм)	958	0.042	0.193	927	0.126	0.000
Поперечный диаметр головы (мм)	959	-0.002	0.964	928	-0.038	0.251
Ширина лица (мм)	959	0.059	0.068	1012	0.045	0.157
Морфологическая высота лица (мм)	954	-0.021	0.520	1014	-0.051	0.105

Примечание. Статистические значимые корреляции ($p < 0.05$) выделены жирным шрифтом

признаков небольшим числом независимых факторов (агрегированных признаков) позволил сократить число параметров, характеризующих климат и индивидуальную изменчивость.

Для климатических признаков выделено два фактора, объясняющих 74.9% общего разнообразия 7 основных климатогеографических характеристик. Эти факторы были обозначены: 1-й – как температурно-широтный; 2-й – как высотнo-барометрический.

Факторный анализ определил пять признаков, в совокупности объясняющих 79.3% наблюдаемого разнообразия параметров тела: M1 – жировой компонент; M2 – продольные размеры; M3 – пропорции тела; M4 – размеры грудной клетки; M5 – изменения костей кисти.

Для черепно-лицевых признаков выделено два фактора, объясняющих 74.4% наблюдаемого разнообразия: H1 – лицевой и H2 – головной.

Результаты корреляционного анализа между морфологическими и климатическими факторами приведены в табл. 8.

Таблица включает также результаты, полученные для исходных не агрегированных климатических характеристик и индексов. Следует отметить, что оценки корреляций черепно-лицевых признаков с климатическими характеристиками базировались на весьма ограниченном числе обследованных популяций.

Обсуждение полученных результатов

Изучение влияния климатогеографических особенностей на организм человека ведётся в целом ряде научных направлений. В части из них такие исследования проводится с целью перспективной оценки задач по адаптации человека, направленных на понимание фундаментальных перестроек базовых систем организма [Панин 1978; Gamboa and Garsia, 2007; Leonard et al., 2005; Galloway et al., 2000; Froehle, 2008]. В медицине эти исследования направлены на сохранение и

Таблица 3. Матрица корреляций между морфологическими признаками тела

	1	2	2	4	5	6	5	8	9	10	11	12	3	14	15	16	17	18
1. OSSEO	1.00																	
2. Длина тела (см)	0.03	1.00																
3. Вес тела (кг)	0.11	0.49	1.00															
4. Обхват груди (см)	0.13	0.34	0.89	1.00														
5. Плечевой диаметр (см)	-0.03	0.54	0.58	0.51	1.00													
6. Тазовый диаметр (см)	-0.05	0.50	0.61	0.51	0.54	1.00												
7. Поперечный диаметр груди (см)	0.10	0.35	0.69	0.73	0.55	0.44	1.00											
8. Продольный диаметр груди (см)	0.09	0.28	0.70	0.73	0.39	0.48	0.52	1.00										
9. Грудной индекс (%)	0.01	0.00	0.15	0.14	-0.06	0.13	-0.31	0.61	1.00									
10. Индекс массивности скелета	0.02	0.74	0.73	0.60	0.76	0.75	0.55	0.52	0.07	1.00								
11. Относительное содержание жира (%)	0.12	0.10	0.64	0.62	0.21	0.25	0.41	0.42	0.08	0.27	1.00							
12. Средняя жировая складка (мм)	0.13	0.17	0.75	0.70	0.28	0.33	0.49	0.49	0.10	0.37	0.96	1.00						
13. Индекс длина корпуса/длина ноги (%)	0.03	-0.26	-0.02	0.00	-0.10	-0.12	0.01	-0.09	-0.11	-0.17	0.08	0.06	1.00					
14. Индекс длина ноги/длина тела (%)	-0.03	0.27	0.02	0.00	0.12	0.13	-0.01	0.09	0.11	0.19	-0.08	-0.06	-0.96	1.00				
15. Длина плеча (см)	0.03	0.69	0.36	0.26	0.40	0.37	0.29	0.25	0.02	0.53	0.04	0.10	-0.35	0.36	1.00			
15. Длина предплечья (см)	-0.03	0.62	0.33	0.23	0.41	0.38	0.24	0.23	0.03	0.53	0.08	0.13	-0.28	0.29	0.43	1.00		
17. Длина бедра (см)	0.00	0.70	0.28	0.19	0.32	0.29	0.20	0.19	0.03	0.44	-0.01	0.02	-0.57	0.57	0.58	0.45	1.00	
18. Длина голени (см)	-0.05	0.73	0.38	0.27	0.45	0.44	0.24	0.28	0.10	0.59	0.03	0.08	-0.46	0.48	0.55	0.53	0.40	1.00

Примечание. Статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0.05$) выделены жирным шрифтом.

Таблица 4. Матрица корреляций между морфологическими признаками лица и головы

Признак	Продольный диаметр головы (мм)	Поперечный диаметр головы (мм)	Ширина лица (мм)	Морфологическая высота лица (мм)
Продольный диаметр головы (мм)	1.00			
Поперечный диаметр головы (мм)	0.13	1.00		
Ширина лица (мм)	0.22	0.65	1.00	
Морфологическая высота лица (мм)	0.24	0.33	0.40	1.00

Примечание. Статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0.05$) выделены жирным шрифтом

Таблица 5. Факторный анализ климатогеографических параметров

Признак	Фактор 1	Фактор 2
Ср_ПСД_Янв	0.830	-0.406
Ср_ПСД_Июл	-0.901	0.343
Ср_ t° _Янв	0.923	0.205
Ср_ t° _Июл	0.873	-0.346
Ср_АДВ_Янв	0.046	-0.877
Ср_АДВ_Июл	-0.200	0.438
Выс_МУМ	0.146	-0.812
Собственные числа	3.179	2.065
Общей дисперсии, %	45.418	29.504
Кумулятивный, %	45.418	74.922

улучшение уровня здоровья населения [Агаджанян, 1991; Rose, 1961; Roberts, 1979; Ballester et al., 2003], а также на оценку влияния климатических параметров на функциональные системы организма при различных заболеваниях [Portella et al., 1996; Saez et al., 1995; Woodhouse et al., 1993; Bruce et al., 1991; Hanna, 1989]. В научной литературе представлены также результаты работ по изучению функционирования организма населения, живущего в суровых условиях окружающей среды и разработки социально-гигиенических мероприятий, обеспечивающих условия для полноценного труда и отдыха в экстремальном климате [Айзенштат, 1988; Максимов, Белкин, 2005]. До недавнего времени в области антропоэкологии работы, в которых прослеживаются взаимосвязи между климатическими параметрами и различными морфофизиологическими признаками, изученными по одной программе в группах населения, проживающих в широтных пределах от 28° до 68° Северного полушария [Алексеева, Балахонова, 1979; Чикишева, 1982, 1986; Алексеева и

др., 2005] были мало представлены. Обширные данные измерений, проведенных в рамках антропоэкологических исследований НИИ и Музея антропологии МГУ среди коренных этносов, опубликованы в ряде работ [Алексеева, 1977; Гудкова, 1998, 2008, 2009; Павловский, 1987; Pavlovsky, Kobyliansky, 1997; Belkin et al., 1998]. В настоящей статье мы в определенной степени возвращаемся к этим данным, включая в анализ дополнительные группы.

При анализе связи климатических и морфологических факторов (табл. 8) обращает на себя внимание отсутствие достоверно установленных корреляций для первых трёх морфологическими факторов, хотя корреляция между индексом годовых осадков и продольными размерами тела (M2) была статистически значима. Надо отметить, что и в литературе тоже нет однозначного мнения относительно зависимости пропорций, ростовых параметров и жирового компонента от климата [Пурунджан, Дерябин, 1977; Дерябин, Пурунджан, 1990; Козлов, Вершубская, 1999; Beall,

Таблица 6. Факторный анализ морфологических признаков тела

Признак	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
OSSEO	0.116	-0.011	-0.041	0.017	0.946
Длина тела (см)	0.070	0.893	0.163	-0.022	0.113
Вес тела (кг)	0.829	0.473	-0.036	0.135	0.028
Обхват груди (см)	0.849	0.342	-0.043	0.129	0.037
Плечевой диаметр (см)	0.355	0.704	-0.069	-0.091	-0.155
Тазовый диаметр (см)	0.381	0.639	-0.048	0.175	-0.203
Поперечный диаметр груди (см)	0.676	0.419	-0.078	-0.315	0.018
Продольный диаметр груди (см)	0.607	0.319	0.007	0.616	0.028
Грудной индекс (%)	0.052	-0.024	0.082	0.982	0.007
Индекс массивности скелета	0.397	0.831	-0.001	0.078	-0.071
Относительное содержание жира (%)	0.869	-0.084	0.045	-0.012	0.072
Средняя жировая складка (мм)	0.917	0.006	0.037	0.017	0.066
Индекс длина корпуса/длина ноги (%)	0.045	-0.185	-0.947	-0.054	0.039
Индекс длина ноги/длина тела (%)	-0.052	0.202	0.943	0.053	-0.045
Длина плеча (см)	0.040	0.706	0.288	-0.011	0.159
Длина предплечья (см)	0.040	0.678	0.191	0.020	-0.005
Длина бедра (см)	-0.006	0.583	0.561	-0.031	0.123
Длина голени (см)	0.033	0.718	0.344	0.111	-0.065
Факторная дисперсия	5.135	4.919	2.406	1.569	1.040
Доля вариации	0.270	0.259	0.127	0.083	0.055
Собственные числа	7.349	3.723	1.690	1.299	1.008
Общей дисперсии, %	38.681	19.594	8.895	6.839	5.305
Кумулятивный, %	38.681	58.275	67.170	74.009	79.314

Примечание. Все признаки перед анализом нормированы по возрасту и по полу

Таблица 7. Факторный анализ морфологических признаков лица и головы

Признак	Фактор 1	Фактор 2
Продольный диаметр головы (мм)	0.05	0.95
Поперечный диаметр головы (мм)	0.54	-0.01
Ширина лица (мм)	0.89	0.16
Морфологическая высота лица (мм)	0.87	0.46
Факторная дисперсия	1.84	1.13
Доля вариации	0.46	0.28
Собственные числа	2.04	0.94
Общей дисперсии, %	50.99	23.41
Кумулятивный, %	50.99	74.40

Примечание. Все признаки перед анализом нормированы по возрасту и по полу

Таблица 8. Коэффициент корреляции между климатогеографическими характеристиками и средними значениями факторов тела, головы и лица

	M1	M2	M3	M4	M5	H1	H2
Геогр. широта	-0.08	-0.18	-0.29	0.37	0.23	0.33	0.00
Геогр. долгота	-0.34	-0.35	-0.34	0.03	0.05	0.51	-0.04
Ср_ПСД_Янв	0.23	0.25	0.40	-0.43	-0.15	-0.38	0.03
Ср_ПСД_Июл	-0.14	-0.23	-0.35	0.47**	0.21	0.25	0.00
Ср_t°_Янв	0.17	0.29	0.24	0.20	-0.34	-0.41	0.07
Ср_t°_Июл	-0.05	0.00	0.13	-0.37	-0.12	-0.31	-0.11
Ср_АДВ_Янв	-0.10	-0.10	-0.06	-0.70**	0.19	0.39	0.02
Ср_АДВ_Июл	0.24	0.00	0.10	0.44	0.07	-0.50	0.19
Сум_ГО	-0.13	0.46**	-0.06	0.35	-0.46**	0.35	0.03
Выс_МУМ	0.04	0.12	0.20	0.05	-0.15	-0.01	-0.34
БИСМ_Янв	0.15	0.03	-0.02	0.14	0.16	-0.27	0.22
БИСМ_Июл	0.15	0.02	-0.15	0.12	0.27	0.16	0.16
Разн_БИСМ	0.08	0.01	-0.22	0.03	0.28	0.43	0.03
Ср_ВлВ_Янв	0.08	-0.33	0.20	-0.39	0.19	-0.52	-0.07
Ср_ВлВ_Июл	0.41	0.19	0.37	-0.18	0.09	-0.43	0.47
Ф_клим1	0.15	0.22	0.30	-0.20	-0.25	-0.42	0.04
Ф_клим2	0.09	0.02	-0.06	0.46*	-0.05	-0.29	0.21

Примечание. Число пар значений использованных для расчета корреляций равняется числу популяций, исследованных по данной группе признаков (21 – для M1:M5, 9 – для H1:H2). Максимальные корреляции, для каждого из факторов, выделены жирным шрифтом. Статистически значимые коэффициенты корреляции ($p < 0.05$) помечены двумя звездочками.

Климатические данные включали: среднемесячную температуру воздуха ($t^{\circ}\text{C}$) в январе (Ср_t°_Янв) и в июле (Ср_t°_Июл), среднемесячное атмосферное давление воздуха (гПа) в январе (Ср_АДВ_Янв) и в июле (Ср_АДВ_Июл), сумму годовых осадков (Сум_ГО мм) и высоту местности в м над уровнем моря. (Выс_МУМ). Среднемесячная влажность воздуха в январе и в июле (Ср_ВлВ_Янв, Ср_ВлВ_Июл) была представлена как давление водяного пара в воздухе (гПа). По данным географических координат определялась средняя продолжительность светового дня (в часах) в январе и в июле (Ср_ПСД_Янв, Ср_ПСД_Июл)

Golstein, 1992; Leonard et al., 1994; Kozlov, Vershubsky, 1998; Steegmann, 2005]. Например, такие авторы, как А.Л. Пурунджан и В.Е. Дерябин [Пурунджан, Дерябин, 1977] считают, что длина тела, пропорции и топография подкожной жировой ткани достаточно устойчивы и не изменяются под влиянием климатических факторов. Отмеченные ими различия мышечных и жировых компонентов касаются, в основном, половой и этнической принадлежности. В другой работе [Kozlov, Vershubsky, 1998], проведенной в Сибирском регионе, найденные различия в степени развития и топографии жировой ткани расцениваются авторами как приспособительная реакция к климатическим условиям. Другие источники [Beall, 1981; Al-Othaimen et al., 2007; Leonard et al., 1994] связывают подобные изменения с этническими осо-

бенностями обследуемых популяций и особенностями питания в различных климатических зонах и др.

Несколько по иному могут быть рассмотрены обнаруженные связи климатических характеристик с четвертым морфологическим фактором, который мы определили как грудной (M4). Имеется достаточное число указаний на изменения параметров грудной клетки в условиях высокогорья [Beall, 1981; Бейкер, 1981; Турсун-Заде, 1991; Максимов, Белкин, 2002]. В исследованиях на подростках показано, что в условиях холодного стресса отмечаются бмольшие размеры головы и лица, уменьшенные продольные размеры тела, расширенная грудная клетка и увеличенные поперечные размеры туловища [Parnell, 1954; Властовский, 1984]. Имеются многочисленные данные

об изменениях дыхательных функций, связанных с размерами грудной клетки при длительном проживании в условиях холодного климата [Агаджанян и др., 1998]. В целом, это совпадает с полученными нами данными (табл. 8) о наличии достоверной корреляции с уровнем барометрического давления ($r=-0.70$, рис. 1). Именно флуктуации барометрического давления в сочетании с холодной температурой в условиях Севера являются причиной так называемого циркумполярного гипоксического синдрома, нередко приводящего к синдрому полярной одышки [Авцын и др., 1979; 1985].

Морфологический фактор изменения костей кисти (M5) в данной работе достоверно связан с суммой годовых осадков, то есть с показателем влажности воздуха. В нашей более ранней работе [Belkin et al., 1998], в которой связь костного старения сопоставлялась с климатическими характеристиками 31 региона, отчетливо показано, что температурно-влажностный фактор в сочетании с межсезонными различиями метеопараметров, являются триггером для раннего начала костного старения.

Рассматривая материалы взаимосвязи параметров лица и головы с климатическими параметрами (табл. 8), следует иметь в виду, что только

девять популяций было обследовано по этим морфологическим признакам. Поэтому требуются дополнительные исследования для установления статистической достоверности полученных оценок корреляций. Например, лицевой фактор может быть связан с температурно-широтным фактором ($r=-0.42$) и межсезонными климатическими различиями ($r=0.43$). В ранних работах показано, что такие показатели, как форма носа и форма головы, связаны с климатическими характеристиками района проживания [Weidenreich, 1945, Abbie, 1947, Boas, 1940]. С. Coon [Coon, 1955] and R.L. Beals [Beals, 1972] отметили обратные корреляции между головным указателем и климатическими факторами и показали, что долихоцефалия преобладает в жарких климатических зонах, в то время как брахицефалия преобладает в менее теплых областях.

Исследования связи морфологических показателей и климата продолжают до настоящего времени, в частности, при изучении специфических популяций, проживающих в экстремальных условиях среды [Beals et al., 1983, 1984; Bharati et al., 2001; Franklin et al., 2007, 2010; Harvati and Weaver, 2006; Smith, 2009; Smith et al., 2007].

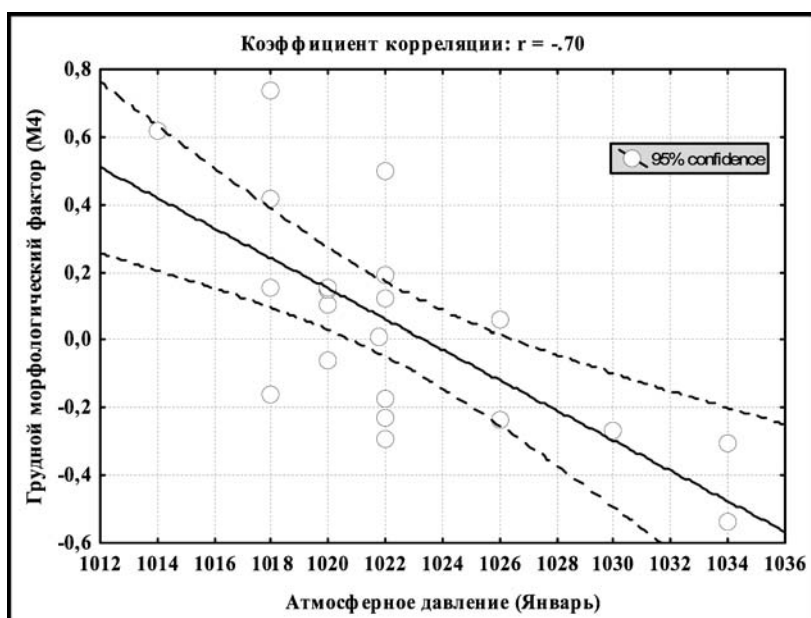


Рис. 1. Корреляция между уровнем атмосферного давления в январе и морфологическими параметрами, определенными как грудной фактор

Выводы

Полученные результаты показывают, что при популяционных исследованиях нормирование данных по полу и возрасту позволяет более четко выделить влияние отдельных факторов окружающей среды на морфофизиологический статус организма.

Данные подтверждают, что температура и влажность являются ключевыми факторами, приводящими к изменениям костного скелета в человеческих популяциях. Сочетание этих двух факторов, с другими климатическими факторами, определяющими межсезонный контраст, являются предикторами костных перестроек.

При оценке долговременных эффектов влияния климата среди морфологических факторов наименее толерантными к климатическому воздействию в обследованных нами популяциях оказались грудной фактор и лицевой фактор.

Благодарности

Авторы считают своим долгом выразить благодарность организаторам и участникам полевых экспедиций 1961–1991 гг., обеспечившим сбор материала в сложных условиях Арктики, высокогорья и среднеазиатских пустынь, сотрудникам НИИ и Музея антропологии МГУ: Алексеевой Т.И., Архангельской М.С., Волкову-Дубровину В.П., Гудковой Л.К., Перевозчикову И.В., Смирновой Н.С., Шагуриной Т.П. и тысячам добровольцев, давшим согласие участвовать в обследованиях.

Библиография

Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г., Милованов А.П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985.

Авцын А.П., Марачев А.Г., Милованов А.П. Циркумполярный гипоксический синдром // Вестник АМН СССР, 1979. № 6. С. 32–39.

Агаджанян Н.А. Эколого-физиологические и социальные подходы к оценке здоровья. М.: Изд-во РУДН, 1991. С. 6–20.

Агаджанян Н.А., Марачев А.Г., Бобков А.Г. Экологическая физиология человека. М.: КРУК, 1998.

Айзенштат Б.А. Тепловой баланс человека и его здоровье // Климат и здоровье человека. Тр. Международного симп. ВМО/ВОЗ/ЮНЕП, Л., 22–26 сент., 1986. Л., 1988. Т. 1. С. 197–209.

Алексеева Т.И. Адаптация человека в различных экологических нишах Земли: Биологические аспекты. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998.

Алексеева Т.И. Географическая среда и биология человека. М.: Мысль, 1977.

Алексеева Т.И., Балахонова Е.И. Антропо-климатические связи на территории Центральной и Северо-Восточной Сибири // Вопр. антропол., 1979. Вып. 61. С. 3–17.

Алексеева Т.И. Географическая изменчивость содержания холестерина в сыворотке крови человека (к влиянию среды и расы) // Вопр. антропол., 1971. Вып. 38. С. 91–107.

Антропоэкология Центральной Азии / Т.И. Алексеева, В.А. Бацевич, М.Б. Медникова и др.: Под ред. Т.И. Алексеевой. М.: Научный мир, 2005.

Бейкер П. Адаптивные возможности высокогорных популяций // Биология жителей высокогорья. Под ред. Бейкера П. М.: Мир, 1981. С. 349–388.

Властовский В.Г. Сравнительный анализ особенностей процессов роста и соматического развития якутских и русских детей в возрасте 8–18 лет // Вопр. антропол., 1984. Вып. 73. С. 25–38.

Гудкова Л.К. К изучению роли физиологических признаков в конституциональной типологии (популяционный подход) // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2009. № 1. С. 45–53.

Гудкова Л.К. Популяционная физиология человека. Антропологические аспекты. М.: Изд. ЛКИ, 2008.

Гудкова Л.К. Физиологический гомеостаз популяций человека (проблемы адаптации и экологии) // Вопр. антропол., 1998. Вып. 89. С. 3–16.

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

Козлов А.И., Вершубская Г.Г. Медицинская антропология коренного населения Севера России. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999.

Максимов А.Л., Белкин В.Ш. Особенности адаптации человека в высокогорье Центральной Азии и Антарктиды // Физиология человека, 2002. Т. 28. № 6. С. 6–12.

Максимов А.Л., Белкин В.Ш. Биомедицинские и климатозоологические аспекты районирования территорий с экстремальными условиями проживания // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2005. № 3. С. 28–39.

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

Панин, Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. Л.: Наука, 1978.

Пурунджан А.Л., Дерябин В.Е. К проблеме исследования географического распределения величины признаков (на примере жировых складок) // Вопр. антропол., 1977. Вып. 55. С. 157–164.

Турсун-Заде Т.В. Соматотипическая и антропометрическая характеристика коренных и временных жителей высокогорья. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1991.

Чикишева Т.А. Изучение связи антропологических особенностей населения с экологическими условиями среды. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. М., 1982.

- Чикишева Т.А.* Опыт оценки связей антропологических признаков со средовыми факторами на примере Алтае-Саянского региона // Проблемы антропологии древнего и современного населения Советской Азии. Под ред. В.П. Алексеева. Новосибирск: Наука, 1986. С. 170–191.
- Abbie A.A.* Head form and human evolution // *J. Anat.*, 1947. Vol. 81. P. 233–258.
- Al-Othaimen A.I., Al-Nozha M. and Osman A.K.* Obesity: an emerging problem in Saudi Arabia. Analysis of data from the National Nutrition Survey // *Eastern Mediterranean Health J.*, 2007. Vol. 13. N 2. P. 441–448.
- Ballester F., Michelozzi P., Iiguez C.* Weather, climate, and public health // *J. Epidemiol. Community Health*, 2003. Vol. 57. N 10. P. 759–760.
- Beall C.M.* A comparison of chest morphology in high altitude Asian and Andean populations // *Hum. Biol.*, 1981. Vol. 54. P. 145–163.
- Beall C.M. and Goldshtein M.* High Prevalence of Excess Fat and Central Fat Patterning Among Mongolian Pastoral Nomads // *Am. J. Hum. Biol.*, 1992. Vol. 4. P. 747–756.
- Beals K.L., Smith C.L., Dodd S.M.* Climate and the evolution of brachycephalization // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1983. Vol. 62. P. 425–427.
- Beals K.L., Smith C.L., Dodd S.M.* Brain size, cranial morphology, climate and time machines // *Curr. Anthropol.*, 1984. Vol. 25. P. 301–330.
- Beals K.L.* Head form and climatic stress // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1972. Vol. 37. P. 85–92.
- Belkin V.* Biomedical aspects of the development of mountain regions: a case study for Gorno-Badakhshan autonomic region. Tajikistan // *Mountain research and development*. 1992. Vol. 12. P. 63–70.
- Belkin V., Livshitz G., Otremsky I. and Kobyliansky E.* Aging bone score and Climatic factors // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1998. Vol. 106. P. 349–359.
- Bharati S., Som S., Bharati P., and Vasulu T.S.* Climate and Head Form in India // *Am. J. Hum. Biol.*, 2001. Vol. 13. P. 626–634.
- Boas F.* Changes in Bodily Form of Descendants of Immigrants // *Am. Anthropologist*, 1940. Vol. 42. N 2. P. 183–189.
- Bruce N., Elford J., Wannamethee G., Shaper A.G.* The contribution of environmental temperature and humidity to geographic variations in blood pressure // *J. Hypertens.*, 1991. Vol. 9. N 9. P. 851–858.
- Coon C.* Some problems of human variability and natural selection in climate and culture // *Am. Nat.*, 1955. Vol. 89. P. 257–279.
- Franklin D., Cardini A., Oxnard C.E.* A Geometric Morphometric Approach to the Quantification of Population Variation in Sub-Saharan African Crania // *Am. J. Hum. Biol.*, 2010. Vol. 22. N 1. P. 23–35.
- Franklin D., Cardini A., Freedman L., Milne N., Oxnard C.E.* Geometric Morphometric Study of Population Variation in Indigenous Southern African Crania // *Am. J. Hum. Biol.*, 2007. Vol. 19. P. 20–33.
- Froehle A.W.* Climate Variables as Predictors of Basal Metabolic Rate: New Equations // *Am. J. Hum. Biol.*, 2008. Vol. 20. P. 510–529.
- Galloway V.A., Leonard W.R., Ivakine E.* Basal metabolic adaptation of the Evenki reindeer herders of Central Siberia // *Am. J. Hum. Biol.*, 2000. Vol. 12. P. 75–87.
- Gamboja J., Garcia F.* Impact of seasonal scarcity on energy balance and body composition in peasant adolescents from Calakmul, Campeche Mexico // *Am. J. Hum. Biol.*, 2007. Vol. 19. P. 751–762.
- Hanna J.M.* Climate, altitude, and blood pressure // *Hum. Biol.*, 1999. Vol. 71. N 4. P. 553–582.
- Harvati K., Weaver T.D.* Human cranial anatomy and the differential preservation of population history and climate signatures // *Anat. Rec. A Discov. Mol. Cell Evol. Biol.*, 2006. Vol. 288. P. 1225–1233.
- Kozlov A.I., Vershubsky G.G.* The morphological peculiarities of the populations of Eastern and Western Siberia // *Anthropological Sciences (Tokyo)*, 1998. Vol. 106. N 3. P. 245–252.
- Leonard W.R., Katzmarzyk P.T., Comuzzie A.G., Crawford M.H., Sukernik R.I.* Growth and nutritional status of the Evenki reindeer herders of Siberia // *Am. J. Hum. Biol.*, 1994. Vol. 6. P. 339–350.
- Leonard W.R., Snodgrass J.J., Sorensen M.V.* Metabolic adaptation in indigenous Siberian populations // *Annu. Rev. Anthropol.*, 2005. Vol. 34. P. 451–471.
- Parnell R.* Somatotyping by physical anthropometry // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1954. Vol. 12. N 2. P. 56–79.
- Pavlovsky O.M., Kobyliansky E.* Population Biology of human aging. Firenze. Italy: Angelo Pontecorboli Editore, 1997.
- Portela A., Gordon N., Halberg F., Cornlissen G., Wendt H., Melby J.C. and Haus E.* Changes in human blood pressure with season, age and solar cycles: a 26-year record // *Int. J. Biometeorology*, 1996. Vol. 39. P. 176–181.
- Roberts D.F.* Climate and Human Variability. Reading, MA: Addison-Wesley, 1973.
- Roberts W.O.* Variations in the sun and their effects on weather and climate // *Proc. Am. Philos. Soc.*, 1979. Vol. 123. P. 151–159.
- Rose G.* Seasonal variation in blood pressure in man // *Nature*, 1961. Vol. 189. P. 235.
- Saez M., Sunyer J., Castellsague J., Murillo C., Anto J.M.* Relationship between weather temperature and mortality: a time series analysis approach in Barcelona // *Int. J. Epidemiol.*, 1995. Vol. 24. N 3. P. 576–582.
- Smith H.F., Terhune C.E., Lockwood C.A.* Genetic, geographic and environmental correlates of human temporal bone variation // *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2007. Vol. 134. P. 312–322.
- Smith H.F.* Which cranial regions reflect molecular distances reliably in humans? Evidence from three-dimensional morphology // *Am. J. Hum. Biol.*, 2009. Vol. 21. P. 36–47.
- Steegmann A.T.Jr.* Climate, racial category and body proportions in the U.S. // *Am. J. Hum. Biol.*, 2005. Vol. 7. P. 393–402.

Weidenreich F. The brachycephalization of recent mankind // Southwest J. Anthropol., 1945. Vol. 1. P. 1–54.

Woodhouse J.I. A field evaluation of pulse oximetry in two arduous environments // J. R. Army Med. Corps., 1998. Vol. 144. N 3. P. 159–160.

World Climate Data and Monitoring Programme (WCDMP), Monthly Climatic Data for the World. National Climatic Data Center, Asheville, NC, on-line. URL://http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/wcdmp/monthly.htmlS (дата обращения: 06.05.2009).

Контактная информация:

Белкин Виктор Шаевич: e-mail: vicnat@zahav.net.il.

Тел.: 972-3-6406355;

Коростышевский Михаил Аронович:

e-mail: korost@post.tau.ac.il. Тел.: 972-3-6407910;

Бацевич Валерий Анатольевич: e-mail: vbatsevich@rambler.ru.

Тел.: (495) 6295093;

Кобылянский Евгений Давидович:

e-mail: anatom14@post.tau.ac.il. Тел.: 972-3-6406355.

CORRELATION BETWEEN MORPHOLOGICAL FEATURES OF HUMAN POPULATIONS AND CLIMATIC-GEOGRAPHICAL CONDITIONS

V.Sh. Belkin¹, M.A. Korostishevsky¹, V.A. Batsevich², O.M. Pavlovsky, E. Kobylansky¹

¹ Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University, Tel-Aviv, Israel

² Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow

The present paper uses morphology data gathered from the 33 regions of the former USSR in the field studies carried out by research teams of the Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, in 1961–1991. Subjects included 4386 men and 4436 women aged 17–95. The individuals' data were adjusted by age and sex before factor analysis and examined for possible correlations with climatic conditions. The factor analysis revealed five integral morphological factors that characterized parameters of the human body and explained 79.3% of the total variance: the 1st factor (M1) characterized body fat component, 2nd factor (M2) characterized the linear measurements of the body, 3rd factor (M3) stood for body proportions, the 4th factor - for chest parameters, and the 5th factor (M5) - for bone aging. In addition two integral morphological factors of face (H1) and head (H2) were defined, which explained 74.4% of the traits' variance. The correlation analysis between human morphological features and climatic conditions in the studied populations suggests that the chest morphology is the most dependent on climatic impact.

Keywords: anthropoecology, human morphology, climatic conditions