

Федорчук О.А.^{1,2)}

¹⁾ МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, кафедра антропологии,
ул. Ленинские Горы, 1, стр. 12, Москва, 119192, Россия;

²⁾ Центр палеоэтнологических исследований,
Новая пл., д. 12, корп. 5, Москва, 109012, Россия

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЧЕРЕПА ЧЕЛОВЕКА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ДВУХ БОЛЬШИХ РАС

Введение. Дифференциация человеческих популяций – одна из основных тем в антропологических исследованиях. В многочисленных работах давно показано большое значение линейных и угловых размеров черепа при изучении расовых различий. Однако, фактически нет данных о изменчивости корреляционной структуры черепа на расовом уровне. В то время как это одна из первоочередных задач при решении вопроса таксономической значимости признаков. Основной целью настоящей работы было исследование корреляционных структур размеров черепа монголоидной и европеоидной рас. Для этого мы рассчитали и сравнили коэффициенты корреляции исследуемых признаков у этих групп.

Материал и методы. Материалами для данной работы послужили 15 краниологических серий (9 европеоидных, 6 монголоидных). Численность черепов европеоидов – 310, монголоидов – 328. Серии датируются XVI–XX вв. Включены данные только по мужским черепам. Материал измерялся по стандартной краниометрической программе: 9 размеров мозгового отдела и 8 размеров лицевого, также было измерено 4 дополнительных признака. Статистическая обработка данных проводилась стандартным способом. Для визуализации корреляционной структуры черепа был использован факторный анализ.

Результаты. Между корреляционной структурой черепа у монголоидов и европеоидов существуют определенные различия. Можно наблюдать закономерное уменьшение большинства рассматриваемых значений коэффициентов корреляции у монголоидов, по сравнению с европеоидами. Обнаружено 18% достоверных различий от общего числа полученных значений. Наибольшие различия мы наблюдаем для корреляционной структуры мозгового отдела черепа и для связей размеров лицевого и мозгового отделов. Среди исследуемых коэффициентов корреляций явно выделяются связи высотных размеров мозгового отдела, а также широтные размеры свода черепа. Высотные размеры у монголоидов варьируют практически независимо от остальных размеров черепа. У европеоидов они связаны слабыми или средней силы связями с другими размерами мозгового отдела.

Заключение. Таким образом было показано, что у европеоидов размеры мозгового отдела черепа более связаны друг с другом, нежели у монголоидов. Возможно, это связано с особыми микроэволюционными путями этих двух ветвей человечества. Установить с какими именно, на данном этапе исследований не представляется возможным.

Ключевые слова: физическая антропология; краниология; биологическая корреляция; соотносительная и коррелятивная изменчивость

Введение

На ранних этапах развития статистической теории предполагалось, что коэффициенты корреляции могут быть едины для всех популяций одного вида. Это связано с тем, что корреляционные связи образуются в результате морфо-функциональных закономерностей, которые одинаковы для вида, так как сформировались в результате его эволюции. Однако, не трудно себе представить, что в результате микроэволюционных процессов, то есть на уровне подвидов, эти закономерности изменяются в силу различных факторов. Особенно характерным это должно быть для популяций человека, распространение и внутривидовая дифференциация которых очень велики; и сложно вообразить, что отбор и генетико-автоматические процессы в разных частях Земного шара происходят одинаково. К подобным заключениям пришли исследователи еще в конце XIX в. [Pearson, 1901]. Было отмечено, что изменчивость и корреляции различных признаков не постоянны для всех локальных популяций одного вида, а изменяются под действиями естественного отбора [Whiteley, Pearson, 1899; Lee, Pearson, 1900]. Также исследователями отмечалось, что именно различия в изменчивости и корреляциях являются ключом к пониманию действия естественного отбора на одном популяционном уровне [Whiteley, Pearson, 1899, p. 126].

Проблематика различий коэффициентов корреляции у разных локальных вариантов одного вида очень подробно освещена в работе К. Пирсона. Он показал влияние изменений одного признака (путем отбора) на другие признаки, связанные с ним, но не отбираемые напрямую; доказывал, что необходимо рассматривать коэффициенты корреляции как результат отбора [Pearson, 1901]. То есть отбор не может происходить путем изменения среднего значения и изменчивости без одновременного изменения корреляций всех скоррелированных, но не напрямую отбираемых, признаков. Всегда необходимо помнить, что естественный или искусственный отбор, или даже случайная выборка, сами по себе являются активными факторами изменения (то есть создания или разрушения) корреляционных связей. Таким образом, становится очевидной невозможность постоянства корреляции для локальных групп [там же, p. 29].

Указанные выше закономерности послужили причиной введения таких понятий, как историческая и механо-онтогенетическая корреляции [Бунак, 1940]. Исторические – это те корреляции, которые «возникают между дочерними группами, происходящими от группы носителей данных свойств, возникших у них в определенный исторический момент в процессе сочетания взаимно независимых мутаций» [Рогинский, 1962, с. 19]. Корреляции, отражающие физиологические зависимости, имеют единое направление у самых различных групп и сохраняют однонаправленность связи. Это означает, что один признак не может измениться независимо от другого, потому что они связаны физиологически. Тогда фактором изменчивости обоих признаков будет служить отбор, косвенно или напрямую.

Дополняют эти выводы работы А.А. Малиновского, который показал, что если связь между признаками многосоставная, то они будут различаться в разных группах из-за вариативности факторов, обеспечивающих такую связь. По мнению автора, это происходит даже в том случае если мы имеем дело с физиологическими корреляциями. Если же связь элементарная, то чаще всего она не сильно варьирует в разных группах [Малиновский, 1948].

Приведенные аргументы обосновывают важность изучения изменчивости корреляций различных признаков внутри отдельных ветвей вида *Homo sapiens*. В данном случае сосредоточимся на корреляциях, связывающих различные размеры черепа человека. Некоторые исследователи отмечают общее сходство коэффициентов корреляции размеров черепа в разных этно-территориальных группах [Рогинский, 1954; Заллер, 1964]. Однако встречаются упоминания о том, что в разных группах корреляционная структура черепа изменчива [Бунак, 1965]. В работе Ю.Д. Беневоленской были отмечены некоторые различия связей размеров черепа у разных народов. В результате автор подтверждает факт сходства в целом коэффициентов корреляции у разных групп; различия между ними лишь в нескольких случаях достигают статистической достоверности [Беневоленская, 1974]. К выводу о сравнительно слабой изменчивости

корреляционных взаимосвязей черепа у разных этно-территориальных групп пришел также В.Н. Звягин. Анализируя коэффициенты парной корреляции, он пишет о том, что различия «расово-половых групп» проявляются в основном не в характере взаимосвязи размеров черепа, а в соотношении абсолютных размеров и пределах их изменчивости [Звягин, 1986]. К сожалению, в данной работе не приведены значения коэффициентов корреляций для разных групп, а также степень их сходства или достоверность различий, поэтому производить сравнение с этими результатами не представляется возможным.

Изменчивость корреляционной структуры в локальных популяциях анализировалась относительно недавно Р. Гонсалесом-Хосе и его соавторами. Для сравнения корреляционной структуры черепа у разных групп использовался тест Мантеля. Таким образом исследовались не отдельные пары признаков, а степень сходства корреляционных матриц, рассчитанных для всего изучаемых набора признаков в целом. В результате этого сравнения было выявлено, что корреляционные матрицы, рассчитанные для разных популяций, отличаются очень слабо. Для некоторых групп эта гомогенность нарушалась, однако причины этой изменчивости авторами не выявлены [González-José et al., 2004]. И в данном случае, и в работах Я.Я. Рогинского, К. Заллера, Ю.Д. Беневоленской, В.Н. Звягина и других исследователей анализировался локальный, популяционный уровень различий в корреляционной структуре краниологических признаков. К изучению надпопуляционного уровня изменчивости, насколько можно понять, до сих пор никто специально не обращался.

Также можно упомянуть работы Л.К. Гудковой, посвященные проблемам корреляций в антропологии. Их важной составляющей является четко сформулированные правила и предостережения, о которых следует помнить при изучении корреляционных взаимосвязей. В первую очередь необходимо всегда отталкиваться от биологического смысла получаемых математических закономерностей, без которого они не могут использоваться и интерпретироваться [Гудкова, 2017]. Таким образом, говоря о вариативности корреляций у локальных групп необходимо пытаться понять ее причины. Пер-

вый шаг в этом направлении – это выяснение закономерностей изменчивости коэффициентов корреляции. Для этого логично начать с самого высокого таксономического уровня. Поэтому основной целью настоящей работы было изучение и сравнение корреляционной структуры размеров черепа монголоидной и европеоидной групп популяций. Для этого мы сравнили две корреляционные матрицы, рассчитанные для этих групп.

Материалы и методы

Материалами для данной работы послужили 15 краниологических серий. Из них 9 относятся к большой европеоидной расе, а 6 – к азиатско-американской. Общая численность черепов, относящихся к европеоидной расе, равна 310. Общая численность черепов, относимых к азиатско-американской расе – 328 индивидов. Все серии, привлеченные к анализу, датируются XVI–XX вв. Настоящая работа включает только данные по мужским черепам, анализ подобных закономерностей для женской части выборки является задачей отдельной работы (табл. 1).

Серии черепов монголов, якутов, айнов были измерены автором в фондах Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого. Остальные 12 серий черепов (болгары, евреи, итальянцы, латыши, осетины, турки, удмурты, цыгане, теленгеты, ханты, алеуты, эскимосы) были измерены в фондах НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова¹. Изученные серии ранее были описаны разными авторами, поэтому при отнесении их к той или иной расе мы ориентировались на выводы предшественников, сделанные касательно таксономического положения этой группы, если таковые были доступны. При описании материала использовалась соматологическая расовая классификация по Я.Я. Рогинскому и М.Г. Левину, однако, для серии хантов, которая имеет спорный таксономический статус, были использованы новые результаты А.Н. Багашёва [Рогинский, Левин, 1978;

¹ Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого и НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова за оказанное содействие.

Таблица 1. Краниологические серии, использованные в работе
Table 1. Craniological series used in the work

Большая раса	Малая раса	Этнические группы	N
Европеоиды	Балкано-кавказская	Болгары	20
		Осетины	93
	Индоевропейская	Евреи	11
		Турки	15
		Цыгане	29
		Ирани	20
		Итальянцы	28
	Беломоро-балтийская	Латыши	29
	Уральская	Удмурты	60
	Всего		310
Монголоиды	Южносибирская	Теленгеты	57
	Западносибирская (по Багашёву)	Ханты	107
	Североазиатская	Монголы	60
		Якуты	20
	Арктическая	Эскимосы	30
		Алеуты	31
	Всего		328

Багашёв, 2017]. При этом учитывалось, что для некоторых групп краниологическая дифференциация не совсем соответствует соматологической.

Методы, использованные в нашей работе, в основном соответствуют стандартной краниометрической методике, принятой в российской антропологии [Дебеч, 1935; Алексеев, Дебеч, 1964; Пежемский, Харламова, 2013; Martin, 1928]. Из признаков стандартного бланка измерительная программа включает девять размеров мозгового отдела: продольный диаметр (М.1), поперечный диаметр (М.8), высотный диаметр (М.17), длина основания черепа (М.5), ушная высота (М.20), наименьшая ширина лба (М.9), наибольшая ширина лба (М.10), ширина основания черепа (М.11), ширина затылка (М.12).

Восемь размеров лицевого отдела: скуловой диаметр (М.45), длина основания лица (М.40), верхняя высота лица до точки *alveolare* (М.48), верхняя ширина лица (М.43), высота носа (М.55), длина альвеолярной дуги (М.60), ширина альвеолярной дуги (М.61), ширина носа (М.54).

В дополнение к признакам стандартного краниометрического бланка были также привлечены несколько признаков, не часто используемых при изучении изменчивости черепа – это два при-

знака, характеризующие размеры основания черепа, и два признака лицевого скелета: наименьшая ширина основания черепа (М.11b), базилопостериорная ширина (по Беневоленской), верхняя высота лица до точки *prosthion* (NPH) [Howells, 1973] и длина основания лица до *subspinale* [Буняк, 1960, с. 91]. Техника их измерения:

1. Наименьшая ширина основания черепа (Март. 11b, AUB по Хауэллсу). Прямое наименьшее расстояние между гребнями, являющимися продолжением скуловых отростков (обычно немного впереди от аурикулярных точек). Этот признак широко используется в работах У.У. Хауэллса; измерялся нами как эмпирический размер при помощи толстотного циркуля.

2. Базилопостериорная ширина черепа (bas-post). Предложена Ю.Д. Беневоленской в устных докладах, в публикациях информации об этом размере найдено не было. Измеряется между наиболее удаленными точками в борозде над сосцевидными отростками.

3. Верхняя высота лица до *prosthion* (*n-pr*; NPH по Хауэллсу; upper facial height = nasion-prosthion height). Меньше верхней высоты лица до *alveolare* на 2–3 мм.

4. Диаметр *endobasion – subspinale* (*endbas*). Длина основания лица до точки *subspinale*.

Статистическая обработка данных. Коэффициенты корреляции для описанных крапивомерических признаков у европеоидов и монголоидов были рассчитаны следующим образом: сначала проводилось нормирование первичных данных для каждой серии в отдельности, затем по нормированным данным рассчитывался коэффициент корреляции Пирсона. Для характеристики изменчивости коэффициентов корреляции использовались в том числе параметры описательной статистики, такие как средние, минимальные и максимальные значения, среднеквадратическое отклонение.

Нормирование данных проводилось с целью возможности объединения данных по разным популяциям для расчета одной корреляционной матрицы.

Оценка величины коэффициентов корреляции проводилась согласно рекомендациям большинства справочников по статистике (табл. 2), с некоторой модификацией, учитывающей сотые доли коэффициента [Пежемский, 2011]. Часть названий для интервала значений коэффициентов (очень слабая, слабая и средняя) была дана нами по П.Ф. Рокицкому, остальные были названы согласно руководству Г.Ф. Лакина [Рокицкий, 1973; Лакин, 1990].

Таблица 2. Категории величины коэффициента корреляции К. Пирсона, используемые в работе
Table 2. Categories of the value of the correlation coefficient of K. Pearson used in the work

п/п	величина коэффициента корреляции	оценка величины r
1	$r \leq 0,30$	очень слабая
2	$0,30 \leq r \leq 0,49$	слабая
3	$0,50 \leq r \leq 0,69$	средняя
4	$0,70 \leq r \leq 0,89$	сильная
5	$r \geq 0,90$	очень сильная

Для расчета достоверности различий между коэффициентами сначала проводилось Z-преобразование Фишера. То есть вычислялась

преобразованная величина z , связанная с исходным коэффициентом корреляции следующим образом:

$$z = \frac{1}{2} \times \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)$$

В результате этого преобразования мы снимаем ограничения, связанные с левосторонней асимметрией распределения значений выборочного коэффициента корреляции.

Для проверки случайности различий коэффициентов корреляции, рассчитанных для европеоидов и монголоидов, использовался t -критерий Стьюдента, то есть отношение разности величин Z к сумме их квадратических ошибок. Если рассчитанное значение превышало значение t -критерия для данного уровня значимости и числа степеней свободы, то различия между сравниваемыми коэффициентами считались достоверными [Лакин, 1990].

t -критерий Стьюдента рассчитывался по формуле:

$$t_d = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{m_{dz}}} \geq t_{st} (P=0,95)$$

$$m_{dz} = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}$$

Все расчеты были сделаны с помощью программирования используемых формул на языке Python.

Для визуализации корреляционной структуры черепа использовали факторный анализ. Безусловно, получаемые графики нелинейно отражают корреляции между признаками, однако с их помощью можно нагляднее показать изучаемые закономерности. Факторный анализ проводился с помощью пакета программ Statistica. В качестве входных данных для анализа использовалась матрица корреляций, рассчитанная на основе нормированных данных. По полученным нагрузкам строились бивариатные графики с помощью языка R, пакета ggplot 2.

Результаты

В первую очередь, на основе нормированных первичных данных нами были получены две корреляционные матрицы (приложение 1). Матрицы

**Таблица 3. Параметры описательной статистики для коэффициентов корреляции
краниометрических признаков**
**Table 3. Descriptive statistics parameters for correlation coefficients of the craniometric
features**

Признаки	Европеоиды				Монголоиды			
	M	Min	Max	SD	M	Min	Max	SD
M.1	0,33	0,21	0,48	0,06	0,22	0,00	0,46	0,10
M.8	0,34	0,00	0,72	0,24	0,27	0,00	0,68	0,23
M.17	0,34	0,09	0,78	0,14	0,18	0,00	0,63	0,14
M.5	0,34	0,08	0,70	0,15	0,30	0,02	0,70	0,17
M.20	0,33	0,07	0,78	0,16	0,22	0,04	0,63	0,13
M.9	0,32	0,10	0,74	0,16	0,25	0,08	0,59	0,12
M.10	0,31	0,01	0,72	0,21	0,24	0,02	0,62	0,17
M.11	0,43	0,14	0,98	0,23	0,36	0,02	0,95	0,24
M.11b	0,43	0,14	0,98	0,22	0,36	0,01	0,95	0,24
M.12	0,32	0,14	0,58	0,13	0,23	0,01	0,55	0,15
bas-post	0,40	0,21	0,78	0,18	0,34	0,06	0,77	0,20
M.45	0,45	0,21	0,85	0,18	0,34	0,10	0,70	0,17
M.40	0,26	0,00	0,94	0,23	0,29	0,09	0,86	0,21
endba-ss	0,27	0,01	0,94	0,22	0,29	0,08	0,86	0,21
M.48	0,33	0,10	0,96	0,20	0,28	0,07	0,90	0,20
NPH	0,29	0,11	0,96	0,21	0,25	0,04	0,90	0,20
M.43	0,40	0,20	0,74	0,13	0,36	0,15	0,59	0,11
M.55	0,32	0,18	0,76	0,16	0,25	0,10	0,69	0,16
M.54	0,24	0,16	0,39	0,06	0,16	0,00	0,34	0,09
M.60	0,23	0,04	0,63	0,15	0,21	0,01	0,75	0,20
M.61	0,29	0,16	0,43	0,07	0,29	0,15	0,41	0,08

содержат в себе информацию о корреляционной структуре черепа у двух больших рас по отдельности. Визуальное сравнение двух матриц показало, что между ними существуют определенные различия. Для монголоидов в среднем характерны меньшие значения коэффициентов корреляции, по сравнению с европеоидами. Однако, чаще всего, это уменьшение величины коэффициентов не значительно.

Для простоты сравнения полученных матриц мы решили рассчитать параметры описательной статистики для коэффициентов корреляции каждого размера со всеми остальными размерами. Таким образом можно сравнить две матрицы по значениям средних, минимальных и максимальных значений, а также изменчивости коэффициентов (табл. 3).

У европеоидов продольный диаметр черепа связан с другими размерами коэффициентами корреляции, значения которых находятся в интервале от 0,21 до 0,48 (первое число – значение связи с шириной носа, второе – с длиной основания черепа). Среднее значение этих коэффициентов равно 0,33, а их среднеквадрати-

ческое отклонение равно 0,06. У монголоидов эти же значения варьируют от 0,00 до 0,46, а среднее значение равно 0,22, среднеквадратическое отклонение – 0,10.

Связь поперечного диаметра черепа с другими размерами у европеоидов варьирует от 0,00 до 0,72, среднее значение равно 0,34, среднеквадратическое отклонение – 0,24. У монголоидов изменяется в интервале от 0,00 до 0,68, среднее значение равно 0,27, среднеквадратическое отклонение – 0,23.

Для высотного диаметра черепа снижение значений коэффициентов у монголоидов более выражено. У европеоидов среднее значение равно 0,34, варьируют они от 0,09 до 0,78. У монголоидов – 0,18, варьируют коэффициенты от 0,00 до 0,63; среднеквадратическое отклонение в обеих группах популяций равно 0,14.

Похожие различия наблюдаются почти для всех размеров мозгового отдела. Средние значения коэффициентов корреляции у монголоидов всегда меньше на 0,04-0,16. Сильнее всего различаются связи продольного диаметра, высотного диаметра, ушной высоты и ширины

затылочной кости. Среднеквадратическое отклонение для коэффициентов корреляции мало отличается в сравниваемых группах. Для размеров лицевого отдела разница между двумя группами не столь существенна. Средние значения различаются на 0,02-0,11.

Первичный анализ полученных данных показал, что некоторые закономерности изменчивости полученных матриц есть. На следующем этапе необходимо оценить значимость различий между матрицами. В результате проведенного сравнения получилось, что 38 коэффициентов корреляции из 210-ти различаются достоверно, что составляет 18% от общего числа сравниваемых величин. Из этого можно было бы заключить, что корреляционная структура черепа у европеоидов и монголоидов отличается слабо. Однако, необходимо помнить, что пока наша оценка различий чисто математическая, она не учитывает таксономическую значимость исследуемых признаков.

Характерно, что эти различия наблюдаются для очень слабых или слабых связей. В редких случаях достоверные различия имеют коэффициенты, значения которых выше 0,5. Несколько таких случаев очевидным образом не отражают реальные различия, связанные с изменчивостью изучаемых размеров, а получаются из-за специфики распределения коэффициента корреляции. Коэффициент корреляции в силу присущих ему свойств имеет распределение с левосторонней асимметрией, хотя, конечно, расчет величины z несколько улучшает эту ситуацию. Однако, все же эта специфика распределения сказывается на расчете достоверностей, а именно: чем выше коэффициенты корреляции, тем более высоким оказывается значение t -критерия. Таким образом, мы получаем достоверные различия между двумя очень высокими значениями коэффициентов, хотя абсолютная разность двух коэффициентов не так уж высока. Поэтому необоснованно считать, что эти достоверные различия отражают биологические закономерности изменчивости признаков. Скорее всего они связаны с методом расчета. Безусловно высокие значения t -критерия появляются не только на краю распределения, но и в результате увеличения абсолютной разницы значений коэффициентов корреляции, что и явилось основой нашего анализа.

Другая закономерность может говорить о неслучайности полученных результатов. Заключается она в том, что полученные коэффициенты практически всегда у европеоидов больше, нежели у монголоидов. Исключением являются коэффициенты связи длины и ширины альвеолярной дуги (табл. 6).

Перейдем непосредственно к рассмотрению полученных достоверных различий. *Связи признаков мозгового отдела между собой.* Коэффициенты корреляции продольного диаметра черепа с другими размерами имеют достоверную разницу в пяти случаях. У европеоидов отмечаются слабые связи продольного диаметра с поперечным, высотным, ушной высотой, шириной основания черепа и базило-постериорной шириной. Монголоиды имеют очень слабые связи этих размеров, а в случае с поперечным диаметром – недостоверные (табл. 4).

Для поперечного диаметра достоверно отличаются у обеих групп его связи с высотным диаметром и ушной высотой. В европеоидной группе популяций скоррелированность этих размеров существенно выше: ушная высота связана с поперечным диаметром связью средней силы (0,54), а у монголоидов эти два размера связаны слабо (0,35).

Достаточно много достоверных различий между европеоидами и монголоидами наблюдается в связях размеров, характеризующих высоту мозгового отдела, а именно высотного диаметра и ушной высоты. Различаются связи высотного диаметра с широтными размерами черепа. У европеоидов они варьируют в пределах слабых значений коэффициентов, но приближаясь к средним – от 0,34 до 0,46. В то время как у монголоидов связи очень слабые, значения их величины варьируют от 0,01 до 0,22. Аналогичная закономерность наблюдается для связей ушной высоты с широтными размерами мозгового отдела.

Для связей широтных размеров черепа между собой также наблюдается некоторые различия между исследуемыми группами. Так, наименьшая ширина лба у европеоидов сильнее связана с шириной основания черепа, а наибольшая ширина лба сильнее связана с шириной затылочной кости.

Таблица 4. Коэффициенты корреляции размеров мозгового отдела черепа, для которых наблюдаются достоверные различия между европеоидами и монголоидами

Table 4. Correlation coefficients of the size of the neurocranium, for which there are significant differences between Caucasians and Mongoloids

Пары признаков	t_d	Европеоиды	Монголоиды
M.1;M.8	3,0	0,24	0,00
M.1;M.17	2,0	0,35	0,19
M.1;M.11	2,1	0,34	0,18
M.1;bas-post	2,0	0,34	0,18
M.1;M.20	2,1	0,35	0,19
M.8;M.17	4,5	0,40	0,06
M.8;M.20	2,7	0,54	0,35
M.5;M.12	3,1	0,28	0,02
M.17;M.20	3,8	0,79	0,63
M.17;M.10	2,1	0,34	0,18
M.17;M.11	3,3	0,39	0,14
M.17;M.11b	3,5	0,40	0,13
M.17;M.12	4,7	0,38	0,01
M.17;bas-post	3,2	0,46	0,22
M.20;M.10	2,2	0,52	0,37
M.20;M.11	2,5	0,35	0,15
M.20;M.11b	2,4	0,34	0,14
M.20;M.12	2,9	0,40	0,17
M.9;M.11	2,2	0,44	0,29
M.10;M.12	2,3	0,36	0,19
M.11;M.11b	5,6	0,97	0,93

Примечания. Жирным шрифтом даны значения, превышающие 0,5. Курсивом даны значения, недостоверно отличающиеся от 0.

Notes. Values exceeding 0.5 are given in bold. Values that do not differ significantly from 0 are given in italics.

Связи признаков мозгового и лицевого отделов. Для связей размеров мозгового отдела с размерами лицевого отдела черепа наблюдается тенденция, аналогичная описанной выше. То есть, у европеоидов связи части размеров достоверно выше, чем у монголоидов (табл. 5). Наибольшее количество различающихся коэффициентов корреляции опять наблюдается для высотных размеров черепа. У монголоидов высотный диаметр фактически не связан со скуловым диаметром, верхней высотой лица, а также с высотой и шириной носа. Рассчитанные коэффициенты очень малы и, даже при данной численности, недостоверны. У европеоидов корреляция перечисленных признаков не очень сильная, но достоверная, коэффициенты варьируют от 0,21 до 0,40.

Наименьшая ширина лба у европеоидов связана со скуловым диаметром и верхней высотой лица коэффициентами корреляции средних и больших значений соответственно. Для монголоидов характерны достоверно более слабые связи: со скуловым диаметром связь слабая, а с верхней шириной лица – средняя (табл. 5).

Скуловой диаметр у монголоидов и европеоидов также имеет разную силу связи с шириной основания черепа. В европеоидной группе популяций эта связь сильная, а в монголоидной – средняя.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции размеров мозгового и лицевого отделов черепа, для которых наблюдаются достоверные различия между европеоидами и монголоидами

Table 5. Correlation coefficients of the sizes of the cerebral and facial regions of the skull for which there are significant differences between Caucasians and Mongoloids

Пары признаков	t_d	Европеоиды	Монголоиды
M.1;M.48	2,2	0,41	0,22
M.1;M.60	2,3	0,32	0,11
M.17;M.45	2,9	0,40	0,15
M.17;M.48	2,2	0,35	0,15
M.17;M.55	2,0	0,28	0,12
M.17;M.54	2,5	0,21	0,00
M.20;M.45	2,6	0,36	0,13
M.20;M.55	2,0	0,28	0,11
M.9;M.45	3,0	0,48	0,25
M.9;M.43	3,4	0,74	0,58
M.10;M.45	2,2	0,50	0,34
M.11;M.45	3,4	0,81	0,67
M.11b;M.45	4,2	0,85	0,69

Примечания. Жирным шрифтом даны значения, превышающие 0,5. Курсивом даны значения, недостоверно отличающиеся от 0.

Notes. Values exceeding 0.5 are given in bold. Values that do not differ significantly from 0 are given in italics.

Связи признаков лицевого отдела между собой. Для связей размеров лицевого отдела между собой различия между двумя исследуемыми расами не такие явные, как описанные выше. Хотя есть несколько достоверно различающихся коэффициентов корреляции (табл. 6). Очень близкие друг с другом размеры (верхняя высота лица до точки *alv* и точки *pr*, а также длина основания лица до *pr* и до *ss*) в обеих группах

популяций связаны друг с другом сильными связями, однако европеоиды имеют достоверно большие коэффициенты корреляции этих размеров. Хотя, как уже говорилось выше, отчасти это связано с методом расчета и спецификой распределения сравниваемых значений.

Также, у европеоидов достоверно выше связь скулового диаметра с верхней высотой лица. Интересно, что для связи размеров альвеолярной дуги (ширины и длины) различия между европеоидами и монголоидами обратные, то есть у монголоидов коэффициент корреляции этих размеров достоверно больше, нежели у европеоидов.

Таблица 6. Коэффициенты корреляции размеров лицевого отдела черепа, для которых наблюдаются достоверные различия между европеоидами и монголоидами

Table 6. Correlation coefficients of the sizes of the facial part of the skull for which there are significant differences between Caucasians and Mongoloids

Пары признаков	t_d	Европеоиды	Монголоиды
M.45;M.43	2,0	0,65	0,54
M.40;endba-ss	4,1	0,92	0,84
M.48;NPH	3,6	0,94	0,88
M.60;M.61	2,4	<i>0,15</i>	<i>0,39</i>

Примечания. Жирным шрифтом даны значения, превышающие 0,5. Курсивом даны значения, недостоверно отличающиеся от 0.

Notes. Values exceeding 0.5 are given in bold. Values that do not differ significantly from 0 are given in italics.

Анализ различий отдельных коэффициентов корреляции, безусловно, очень важен для понимания изменчивости корреляционной структуры черепа у исследуемых групп популяций. Однако, это не дает представления о различиях структуры в целом, а не каждого отдельного признака. Общую корреляционную структуру можно в некотором приближении оценить с помощью факторного анализа.

Рассмотрим распределение признаков у европеоидов в пространстве первых двух факторов. Первый фактор скоррелирован со всеми размерами отрицательными корреляциями, варьирующими от -0,39 до -0,82. Наименее других с первым фактором скоррелированы продоль-

ные размеры лицевого отдела, а также ширина носа (табл. 7, рис. 1). Сильнее всего он связан с широтными размерами основания черепа и с широтными размерами, которые традиционно относят к лицевому отделу, хотя они фактически принадлежат мозговому или являются пограничными – скуловой диаметр и верхняя ширина лица. Остальные размеры имеют сходные значения коэффициентов корреляции с первым фактором, варьирующие от -0,51 до -0,65. Связи исследуемых размеров со вторым фактором варьируют сильнее, от -0,73 до 0,53. Мы наблюдаем две группы размеров: к первой относятся размеры мозгового отдела и два пограничных, ко второй – размеры лицевого отдела (рис. 1). Из этой общей закономерности выделяются продольный диаметр и длина основания черепа, которые попадают в группу размеров лицевого отдела. Наибольшую связь второй фактор обнаруживает с поперечным диаметром и наибольшей шириной лба (0,53 и 0,46 соответственно), наименьшую с длинами основания лица до *pr* и *ss* (-0,73 и -0,68 соответственно).

По распределению признаков в пространстве обоих факторов выделяются несколько групп размеров: широтные размеры основания черепа и широтные размеры пограничной зоны, широтные размеры свода черепа (продольный диаметр и наибольшая ширина лба), наименьшая ширина лобной и ширина затылочной кости с примыкающими к ним высотными размерами черепа, высотные размеры лицевого отдела с продольным диаметром, а также продольные размеры лицевого отдела (рис. 1).

Теперь перейдем к рассмотрению факторной структуры краниометрических признаков у монголоидов. В целом, закономерности здесь сходные. С первым фактором все размеры имеют отрицательную связь, значения которой варьируют от -0,34 до -0,76 (табл. 7). Минимально с первым фактором связаны ширина носа и высотный диаметр черепа, максимально – широтные размеры основания черепа. Разрыв в значениях коэффициентов корреляций фактора с шириной основания черепа и широтными размерами свода значительнее, чем у европеоидов. То есть, по сути, первый фактор отделяет широтные размеры основания черепа (вместе со скуловым диаметром и верхней шириной лица)

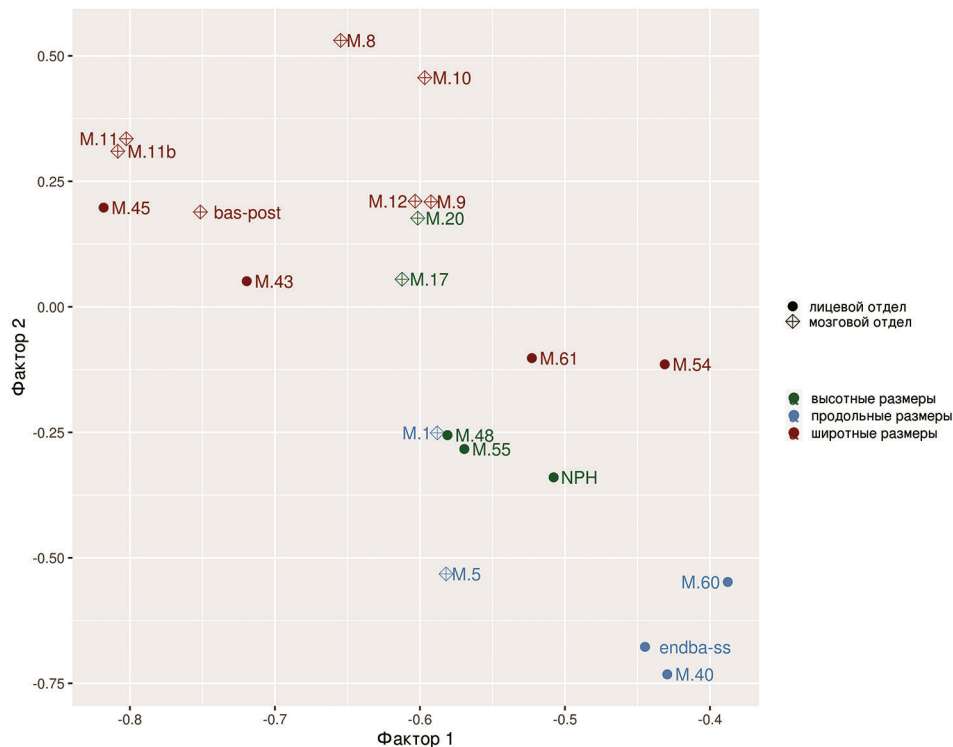


Рисунок 1. Связь абсолютных размеров черепа европеоидов в пространстве первых двух факторов

Figure 1. The connection between the absolute sizes of the skull of Caucasians in the space of the first two factors

от остальных размеров, при этом максимально отличаются высотные размеры черепа (рис. 2).

Корреляции линейных размеров со вторым фактором варьируют от -0,62 до 0,56. Максимально с ним скоррелирован поперечный диаметр, минимально – продольные размеры лицевого отдела. В данном случае уже нельзя сказать, что второй фактор разделяет размеры лицевого и мозгового отдела. Скорее, мы видим сильную положительную связь второго фактора с широтными размерами мозгового отдела и довольно сильную отрицательную связь с продольными размерами лицевого и мозгового отдела. Остальные размеры имеют промежуточные значения коэффициентов корреляции со вторым фактором.

При анализе распределения признаков в пространстве обоих векторов можно отметить, что, как и в предыдущем случае, размеры основания черепа и пограничные с лицевым отделом размеры выделяются в обособленную группу, как и продольные размеры лица и основания черепа. Существенное отличие заключается в том, что высотные размеры мозгового отдела

обособляются от остальных, приближаясь, скорее, к продольному диаметру, а также к размерам лицевого отдела.

Обсуждение

Результаты настоящей работы впервые показывают различия двух больших рас по корреляционной структуре краниометрических признаков. Отличия европеоидов от монголоидов были многократно показаны на основе абсолютных размеров черепа, как линейных, так и угловых. Сначала появились работы, описывающие изменчивость лицевого отдела и, в первую очередь, признаки уплощенности лица [Дебец, 1951; Абиндер, 1960; Woo, Morant, 1934]. Позже появились работы, посвященные дифференцирующим способностям признаков мозгового отдела черепа [Беневоленская, 1974, 1976; Пестряков, 1987; Пестряков, Григорьева, 2004]. Сейчас же впервые показано, что различия монголоидов и европеоидов существуют не только на уровне абсолютных размеров и краниометрических индексов, но и на уровне их связей между собой.

Таблица 7. Результаты факторного анализа, значения нагрузок признаков на первые два фактора
Table 7. Factor analysis results, values of feature loads on the first two factors

Признаки	Европеоиды		Монголоиды	
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 1	Фактор 2
M.1	-0,59	-0,25	-0,44	-0,23
M.8	-0,65	0,53	-0,58	0,56
M.17	-0,61	0,06	-0,35	-0,19
M.5	-0,58	-0,53	-0,58	-0,48
M.20	-0,60	0,18	-0,42	-0,07
M.9	-0,59	0,21	-0,50	0,08
M.10	-0,60	0,46	-0,50	0,37
M.11	-0,80	0,33	-0,76	0,49
M.11b	-0,81	0,31	-0,77	0,45
M.12	-0,60	0,21	-0,49	0,33
bas-post	-0,75	0,19	-0,72	0,41
M.45	-0,82	0,20	-0,71	0,26
M.40	-0,43	-0,73	-0,55	-0,62
endba-ss	-0,44	-0,68	-0,56	-0,55
M.48	-0,58	-0,26	-0,55	-0,26
NPH	-0,51	-0,34	-0,51	-0,28
M.43	-0,72	0,05	-0,72	-0,01
M.55	-0,57	-0,28	-0,49	-0,18
M.54	-0,43	-0,11	-0,34	-0,11
M.60	-0,39	-0,55	-0,41	-0,62
M.61	-0,52	-0,10	-0,58	-0,17

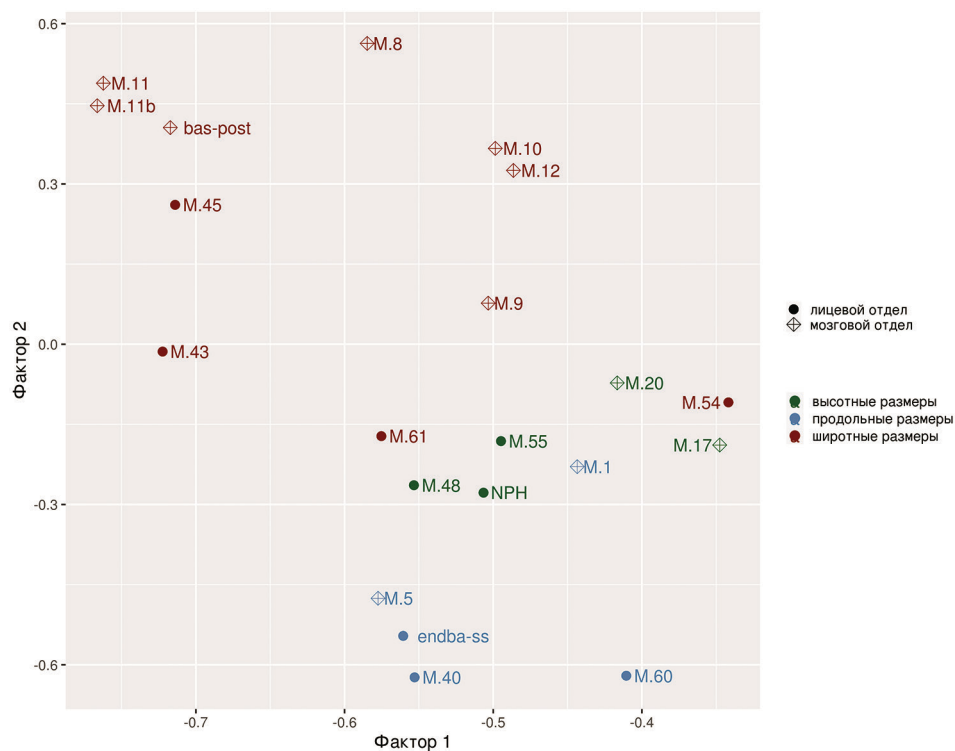


Рисунок 2. Связь абсолютных размеров черепа монголоидов в пространстве первых двух факторов

Figure 2. The connection between the absolute sizes of the skull of Mongoloids in the space of the first two factors

На неслучайность этих различий указывает закономерное снижение значений коэффициентов корреляции у монголоидов. В данном случае мы исключаем влияние численности, так как в обеих группах выборка она достаточно большая. К тому же, для расчета использовались нормированные данные, что устраняет влияние различий в абсолютных размерах признаков в локальных выборках, входящих в состав обобщенных выборок, исследованных в работе. На реальность полученных различий также указывает достоверность некоторых из них, выявленная с помощью *t*-критерия.

Все же различий не так много. Как уже говорилось выше, достоверно различающиеся коэффициенты составляют 18% от общего числа полученных значений. По всей видимости, говорить о том, что европеоиды и монголоиды имеют принципиально разную корреляционную структуру черепа нельзя, так как различия наблюдаются в основном для размеров мозгового отдела черепа, в то время как для связей размеров лицевого отдела их крайне мало.

К тому же различия наблюдаются в основном для признаков, связанных друг с другом крайне слабо. Это обстоятельство существенно уменьшает значимость наблюдаемой изменчивости коэффициентов корреляции. То есть, достоверность различий между значениями связей одних и тех же признаков у двух групп мало что значит с биологической точки зрения, если в одной группе эта связь очень слабая, а в другой – слабая. Хотя с точки зрения анализа цифровых данных в этой ситуации различия реальны, соотносительная изменчивость признаков в обеих группах все равно сходна, так как и там и там невелика. Однако, несмотря на малое количество различий среди коэффициентов и их величину, в пользу их неслучайности говорит одинаковая направленность разницы между европеоидными и монголоидными популяциями.

Наибольшие различия между двумя большими расами мы наблюдаем для корреляционной структуры мозгового отдела черепа, а также для связей размеров лицевого и мозгового отделов. Среди корреляций исследуемых размеров явно выделяются связи высотных размеров мозгового отдела (высотный диаметр и ушная высота), а также широтные размеры свода черепа. Такая же

закономерность выявлена как по результатам расчета достоверности различий, так и по результатам факторного анализа.

Высотные размеры у монголоидов варьируют практически независимо от остальных размеров черепа. В европеоидных выборках данные признаки связаны с другими размерами мозгового отдела слабыми или средней силы связями – высотный диаметр с широтными размерами основания, а ушная высота – с широтными размерами свода.

Широтные размеры свода черепа также сильнее связаны с другими размерами черепа у европеоидов, чем у монголоидов. Однако, для них эта тенденция выражена несколько слабее. Для европеоидов выявлена также более сильная связь размеров мозгового отдела с ближайшими к ним размерами лицевого отдела. То есть, скуловой диаметр и верхняя ширина лица сильнее связаны с широтными размерами основания черепа и наименьшей шириной лба.

На данном этапе нашего исследования можно предположить, что у европеоидов все отделы черепа развиваются более взаимосвязано друг с другом, если интерпретировать полученные закономерности в связи с ходом ростовых процессов (хотя это предположение требует отдельной разработки на ауксологических данных). Высота черепа у них не является столь независимо варьирующим признаком, как у монголоидов. Пока безосновательно говорить, что у монголоидов и европеоидов эти признаки относятся к разным корреляционным плеядам, так как различия не столь велики. Возможно, это связано с особыми микроэволюционными путями двух ветвей человечества. Какими конкретно были эти пути по результатам настоящего исследования сказать нельзя, этот вопрос требует отдельной разработки.

Выводы

Существуют различия в корреляционной структуре измерительных признаков черепа двух больших рас, которые проявляются в первую очередь в ослаблении связей между исследуемыми размерами черепа у монголоидов по сравнению с европеоидами.

Достоверные различия у европеоидов и монголоидов имеют 18% коэффициентов корреляции, но оценить масштаб этого вклада в общую изменчивость корреляционной структуры невозможно без учета таксономической значимости изучаемых признаков.

Наиболее серьезные различия европеоидов и монголоидов найдены в связях высотных и широтных размеров мозгового отдела: у монголоидов они варьируют более независимо от остальных размеров черепа.

Библиография

- Абиндер Н.А. Трансверзальная уплощенности лицевого скелета // Труды Института этнографии, 1960. Т. 60. Антропологический сборник II. С. 153-178.
- Багашев А.Н. Антропология Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2017. 408 с.
- Беневоленская Ю.Д. Морфология затылочной области черепа и закономерности групповой вариации // Расогенетические процессы в этнической истории: Сборник памяти Г.Ф. Дебеца. М., 1974. С. 43-70.
- Беневоленская Ю.Д. Проблемы этнической краниологии. Ленинград: Наука, 1976. 151 с.
- Бунак В.В. Лицевой скелет и факторы, определяющие вариации его строения // Труды Института этнографии, 1960. Т. 60. Антропологический сборник II. С. 84-152.
- Бунак В.В. Происхождение и этническая история русского народа // Труды Института этнографии, 1965. Т. 88. Антропологический сборник. С. 139-151.
- Гудкова Л.К. Корреляционный анализ и его значение в экологической антропологии. Часть 1 // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2017. № 3. С. 27-35.
- Дебец Г.Ф. Антропологические исследования в Камчатской области // Труды Института этнографии, 1951. Т. 17. Антропологические исследования в Камчатской области. 264 с. (Труды Северо-Восточной экспедиции; 1).
- Ефимова С.Г. Палеоантропология Поволжья и Приуралья. М.: Изд-во Московского университета, 1991. 95 с.
- Заллер К. Коррелятивная изменчивость размеров признаков черепа, ее значение для истории расовых "типов" и расогенеза // Труды московского общества испытателей природы, 1964. Т. 14. С. 245-261.
- Звягин В.Н. Краниометрические комплексы и реконструкция черепа // Проблемы эволюционной морфологии человека и его рас. М.: Наука, 1986. С. 84-92.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.
- Малиновский А.А. Элементарные корреляции человеческого организма // Труды института цитологии, гистологии и эмбриологии, 1948. Т. 2. Вып. 1. С. 136-198.
- Пежемский Д.В. Изменчивость продольных размеров трубчатых костей человека и возможности реконструкции телосложения: дисс. ... канд. биол. наук, 2011, 326 с.

Пежемский Д.В., Харламова Н.В. Методический семинар по коннекции краниометрических программ // Вестник антропологии, 2013. № 2. С. 169-172.

Пестряков А.П. Дифференциация большой монголоидной расы по данным генерализованных тотальных размеров черепной коробки // Историческая динамика расовой и этнической дифференциации населения Азии, 1987. С. 51-67.

Пестряков А.П., Григорьева О.М. Краниологическая дифференциация современного населения // Расы и народы, 2004. № 30. С. 86-131.

Рогинский Я.Я. Величина изменчивости измерительных признаков черепа и некоторые закономерности их корреляции у человека // Ученые записки МГУ, 1954. № 166. С. 68-90.

Рогинский Я.Я. Закономерности связей между признаками в антропологии // Советская этнография. М., 1962. № 5. С. 15-29.

Рогинский Я.Я., Левин М.Г. Антропология. М.: Высшая школа, 1978. 528 с.

Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 1973. 320 с.

Сведения об авторе

Федорчук Ольга Алексеевна;

ORCID ID: 0000-0002-9645-2014; lela.fed@yandex.ru.

Поступила в редакцию 25.07.2020,
принята к публикации 12.01.2021.

Коэффициенты корреляции между краниометрическими признаками у европейцев и монголоидов
Coefficients of correlation between craniometric signs in Caucasians and Mongoloids

	Монголоиды																					
	M.1	M.8	M.17	M.5	M.20	M.9	M.10	M.11	M.11b	M.12	bas-post	M.45	M.40	endba-ss	M.48	NPH	M.43	M.55	M.60	M.61	M.54	
Европеоиды	M.1	—	0,00	0,19	0,46	0,19	0,27	0,10	0,18	0,22	0,20	0,18	0,30	0,22	0,35	0,22	0,21	0,36	0,20	0,11	0,25	0,19
	M.8	0,24	—	0,06	0,03	0,35	0,31	0,62	0,69	0,63	0,47	0,59	0,45	0,09	0,09	0,12	0,11	0,33	0,11	0,05	0,21	0,16
	M.17	0,35	0,40	—	0,47	0,63	0,19	0,18	0,14	0,13	0,01	0,22	0,15	0,15	0,16	0,15	0,08	0,15	0,12	0,15	0,16	0,00
	M.5	0,47	0,12	0,44	—	0,24	0,25	0,10	0,25	0,29	0,02	0,28	0,31	0,58	0,69	0,29	0,24	0,39	0,29	0,29	0,28	0,16
	M.20	0,35	0,54	0,79	0,27	—	0,28	0,37	0,15	0,14	0,17	0,22	0,13	0,23	0,23	0,16	0,09	0,20	0,11	0,22	0,17	0,04
	M.9	0,36	0,41	0,22	0,25	0,34	—	0,49	0,29	0,30	0,21	0,22	0,25	0,18	0,18	0,18	0,15	0,58	0,23	0,11	0,19	0,08
	M.10	0,23	0,70	0,34	0,08	0,52	0,59	—	0,46	0,36	0,19	0,34	0,34	0,14	0,09	0,07	0,04	0,39	0,13	0,02	0,15	0,07
	M.11	0,34	0,69	0,39	0,29	0,35	0,44	0,49	—	0,93	0,42	0,76	0,67	0,16	0,23	0,29	0,25	0,46	0,24	0,02	0,35	0,16
	M.11b	0,35	0,64	0,40	0,31	0,34	0,42	0,46	0,97	—	0,40	0,75	0,69	0,16	0,25	0,32	0,29	0,48	0,29	0,01	0,38	0,18
	M.12	0,29	0,53	0,38	0,28	0,40	0,31	0,36	0,48	0,47	—	0,53	0,33	0,09	0,08	0,23	0,14	0,27	0,09	0,13	0,28	0,13
	bas-post	0,34	0,56	0,46	0,37	0,35	0,30	0,33	0,77	0,78	0,58	—	0,61	0,19	0,24	0,26	0,21	0,40	0,21	0,06	0,36	0,16
	M.45	0,36	0,54	0,40	0,40	0,36	0,48	0,50	0,81	0,85	0,40	0,65	—	0,21	0,27	0,23	0,26	0,54	0,30	0,10	0,32	0,23
	M.40	0,37	0,00	0,19	0,68	0,18	0,15	0,01	0,14	0,14	0,13	0,20	0,20	—	0,84	0,24	0,29	0,37	0,15	0,75	0,39	0,22
	endba-ss	0,32	0,02	0,23	0,69	0,15	0,18	0,01	0,19	0,20	0,16	0,23	0,25	0,92	—	0,15	0,11	0,35	0,13	0,56	0,32	0,21
	M.48	0,41	0,18	0,35	0,33	0,32	0,18	0,20	0,30	0,30	0,24	0,36	0,34	0,12	0,10	—	0,88	0,31	0,71	0,33	0,31	0,09
NPH	0,37	0,12	0,24	0,33	0,22	0,15	0,14	0,24	0,24	0,15	0,25	0,28	0,17	0,10	0,94	—	0,28	0,66	0,34	0,27	0,10	
M.43	0,40	0,40	0,30	0,37	0,33	0,74	0,51	0,52	0,53	0,38	0,42	0,65	0,32	0,32	0,29	0,20	—	0,32	0,27	0,39	0,33	
M.55	0,31	0,21	0,28	0,35	0,28	0,17	0,18	0,31	0,34	0,19	0,33	0,41	0,21	0,21	0,75	0,74	0,28	—	0,12	0,26	0,19	
M.60	0,32	0,04	0,09	0,34	0,07	0,10	0,09	0,18	0,19	0,14	0,21	0,20	0,65	0,54	0,27	0,30	0,26	0,27	—	0,39	0,19	
M.61	0,28	0,19	0,27	0,23	0,26	0,26	0,24	0,31	0,34	0,31	0,30	0,41	0,25	0,25	0,31	0,29	0,40	0,34	0,15	—	0,30	
M.54	0,21	0,16	0,21	0,22	0,18	0,22	0,17	0,29	0,30	0,16	0,24	0,32	0,21	0,22	0,24	0,20	0,39	0,28	0,19	0,36	—	

Примечания. Жирным шрифтом даны значения, превышающие 0,5. Курсивом даны значения, недостоверно отличающиеся от 0. Notes. Values exceeding 0.5 are given in bold. Values that do not differ significantly from 0 are given in italics.

¹⁾ *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology, Department of Anthropology, Leninskie Gory, 1(12), Moscow, 119234, Russia;*

²⁾ *Paleoethnology Research Center, Novaya ploshchad, 12-5, Moscow, 109012, Russia*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CORRELATION STRUCTURE OF THE MEASURING SKULL FEATURES OF THE MONGOLOID AND CAUCASIAN RACES

Introduction. *The differentiation of human populations is one of the main themes of anthropological research. The great importance of linear and angular dimensions when studying differences of the races has been shown in numerous studies. However, there are almost no works that are dedicated to the racial variability of the correlation structure of the skull. However, this problem is one of the main when researching the taxonomic significance of features. The main goal of our work is to study the correlation structures of skull features of Mongoloid and Caucasoid groups of populations. To do this, we calculated and compared the correlation coefficients of the studied features in these groups.*

Materials and methods. *As the materials for this work 15 craniological series (9 Caucasoid, 6 Mongoloid) were used. The number of Caucasians skulls is 310, Mongoloids – 328. The series date back to the XVI-XX centuries. Data includes only male skulls. The material was measured according to the standard craniometric program: 9 parameters of the neurocranium and 8 dimensions of the facial part of the skull. Four additional features were measured as well. Statistical data processing was carried out in a standard way. Factor analysis was used to visualize the correlation structure of the skull.*

Results. *Certain differences were obtained between the correlation structure of the Mongoloids and Caucasian skulls. Most of the obtained correlation coefficients were lower for the Mongoloid group compared to the Caucasian. We detect 18% of significant differences from the total values obtained. The greatest differences in the correlation structure were found out for the cerebral part of the skull and for correlations of the sizes of the facial and the cerebral part of the skull. The correlation of the height features of the neurocranium and breadth features of the vault notably stand out on the background of others. For Mongoloids height sizes vary practically independent of other skull features. For Caucasian, they have a weak or moderate relationship with other dimensions of the skull.*

Conclusion. *Thus, we show that for Caucasians the dimensions of the neurocranium are interrelated stronger than for Mongoloids. Perhaps, this is the effect of specific microevolution processes, which are different for the two studied groups. In the current phase our research is still within the limit of hypothesis, at least until corresponding patterns of relationship for the Equatorial group are studied.*

Keywords: physical anthropology; craniology; biological correlation; relative and correlative variability

References

Abinder H.A. Transverzal'naya uploshchennosti licevogo skeleta [Transversal flattening of the facial skeleton]. *Trudy Instituta Etnografii. Novaya seriya* [Proceedings of the Institute of Ethnography. New series], 1960, 60 [Anthropological collection II], pp. 153-178. (In Russ.).

Bagashev A.N. *Antropologiya Zapadnoj Sibiri* [Anthropology of Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2017. 408 p. (In Russ.).

Benevolenskaya Yu.D. Morfologiya zatylochnoj oblasti cherepa i zakonomernosti gruppovoj variacii [Morphology of the occipital region of the skull and patterns of group variation]. *Rasogeneticheskie processy v etnicheskoi istorii: Sbornik pamyati G.F. Debetsa*. [Race-genetic processes in ethnic history: Collection of memory of G.F. Debets]. Moscow, 1974, pp. 43-70. (In Russ.).

Benevolenskaya Yu.D. *Problemy etnicheskoi kraniologii* [Problems of Ethnic Craniology]. Leningrad, Nauka Publ., 1976. 151 p. (In Russ.).

Bunak V.V. Litsevoi skelet i faktory, opredelyayushchie variatsii ego stroeniya [Facial skeleton and factors determining variations in its structure]. *Trudy Instituta Etnografii. Novaya seriya* [Proceedings of the Institute of Ethnography. New series], 1960, 60 [Anthropological collection II], pp. 84-152. (In Russ.).

Bunak V.V. Proiskhozhdenie i etnicheskaya istoriya russkogo naroda [Origin and ethnic history of the Russian people]. *Trudy Instituta Etnografii. Novaya seriya* [Proceedings of the Institute of Ethnography. New series], 1965, 88 [Anthropological collection], pp. 139-151. (In Russ.).

Gudkova L.K. Korrelyatsionnyy analiz i ego znachenie v ekologicheskoy antropologii. CHast' 1 [Correlation analysis and its significance in ecological anthropology. Part 1]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya XXIII. Antropologiya], 2017, 3, pp. 27-35. (In Russ.).

Debets G.F. Antropologicheskie issledovaniya v Kamchatskoy oblasti [Anthropological research in the Kamchatka region]. *Trudy Instituta Etnografii. Novaya seriya* [Proceedings of the Institute of Ethnography. New series], 1951, 17, 264 p. (In Russ.).

Efimova S.G. *Paleoantropologiya Povolzh'ya i Priural'ya* [Paleoanthropology of the Volga and Ural regions]. Moscow, MGU Publ., 1991. 95 p. (In Russ.).

Zaller K. Korrelyativnaya izmenchivost' razmernykh priznakov cherepa, ee znachenie dlya istorii rasovykh "tipov" i rasogeneza [Correlation variability of the dimensional characteristics of the skull, its significance for the history of racial "types" and race genesis]. *Trudy moskovskogo obshchestva ispytatelej prirody* [Proceedings of the Moscow Society of Nature Experts], 1964, 14, pp. 245-261. (In Russ.).

Zvyagin V.N. Kraniometricheskie komplekсы i rekonstruktsiya cherepa [Cranio-metric complexes and skull reconstruction] // *Problemy evolyucionnoy morfologii cheloveka i ego ras* [Problems of evolutionary morphology of man and his races]. Moscow: Nauka Publ., 1986, pp. 84-92. (In Russ.).

Lakin G.F. *Biometriya* [Biometry]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1990. 350 p. (In Russ.).

Malinovsky A.A. Elementarnye korrelyatsii chelovecheskogo organizma [Elementary correlations of the human body]. *Trudy instituta citologii, gistologii i embriologii* [Proceedings of the Institute of Cytology, Histology and Embryologists], 1948, 2, pp. 36-198. (In Russ.).

Pezhetskii D.V. *Izmenchivost' prodol'nykh razmerov trubchatykh kostei cheloveka i vozmozhnosti rekonstruktsii teloslozheniya* [Variability of the longitudinal dimensions of the human tubular bones and the possibility of body reconstruction] Dissertation ... Ph.D. in Biology. Moscow, 2011. 326 p. (In Russ.).

Pezhetskii D.V., Kharlamova N.V. Metodicheskii seminar po konneksii kraniometricheskikh programm [Methodical seminar on the connection of craniometric programs]. *Vestnik antropologii* [Anthropology Bulletin], 2013, 2, pp. 169-172. (In Russ.).

Pestryakov A.P. Differentsiatsiya bol'shoi mongoloidnoi rasy po dannym generalizovannykh total'nykh razmerov cherepnoi korobki [Differentiation of the large Mongoloid race according to the data of the generalized total sizes of the cranium]. *Istoricheskaya dinamika rasovoi i etnicheskoi differentsiatsii naseleniya Azii* [Historical dynamics of racial and ethnic differentiation of the population of Asia], 1987, pp. 51-67. (In Russ.).

Pestryakov A.P., Grigorieva O.M. Kraniologicheskaya differentsiatsiya sovremennogo naseleniya [Cranio-logical differentiation of the modern population]. *Rasy i narody* [Races and peoples], 2004, 20, pp. 86-131. (In Russ.).

Roginskii Ya.Ya. Velichina izmenchivosti izmeritel'nykh priznakov cherepa i nekotorye zakonomernosti ikh korrelyatsii u cheloveka [The magnitude of the variability of the measuring signs of the skull and some patterns of their correlation in humans]. *Uchenye zapiski* [Scientific notes], 1954, 166, pp. 68-90. (In Russ.).

Roginskii Ya.Ya. Zakonomernosti svyazei mezhdu priznakami v antropologii [Patterns of relationships between signs in anthropology]. *Sovetskaya etnografiya* [Soviet Ethnography], 1962, 5, pp. 15-29. (In Russ.).

Roginsky Ya.Ya., Levin M.G. *Antropologiya* [Anthropology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1978. 528 p. (In Russ.).

Rokitskii P.F. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. Minsk, Vyshehish. Shkola Publ., 1973. 320 p. (In Russ.).

Howells W.W. *Cranial variation in man: a study by multivariate analysis of patterns of difference among recent human populations*. Papers of the Peabody Museum. Cambridge, MA: Harvard University, 1973. 67. 259 p. ISBN 10: 0873651898 ISBN 13: 9780873651899

González-José R., Van Der Molen S., González-Pérez E., Hernández M. Patterns of phenotypic covariation and correlation in modern humans as viewed from morphological integration. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2004, 123, pp. 69-77. DOI: 10.1002/ajpa.10302. PMID: 14669238.

Martin R. *Lehrbuch der Anthropologie*. 2-te Aufl. Bd. II, 1928.

Lee A., Pearson K. Data for the Problem of Evolution in Man. VI. – A First Study of the Correlation of the Human Skull. *Proceedings of the Royal Society of London*, 1900, 67, pp. 333-337.

Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. XI. On the Influence of Natural Selection on the Variability and Correlation of Organs. *Proceedings of the Royal Society of London*, 1901, 69, pp. 330-333.

Whiteley M., Pearson K. Data for the Problem of Evolution in Man. I. A First Study of the Variability and Correlation of the Hand. *Proceedings of the Royal Society of London*. 1899, 65, pp. 126-151.

Woo T.L., Morant G.M. A Biometric Study of the "Flatness" of the Facial Skeleton in Man. *Biometrika*, 1934, 26, №1/2. pp. 108-134.

Information about Author

Fedorchuk Olga A., Researcher,
ORCID ID: 0000-0002-9645-2014; lela.fed@yandex.ru.