

АНТРОПОЛОГИЯ

Е.В. Пугачева

Санкт-Петербургский государственный университет
Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034
E-mail: pugacheva.kari@yandex.ru

КРАНИОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА XII–XIX вв.

Современными морфологическими методами исследованы краниологические материалы XII–XIX вв. с территории республик Ингушетии (села Леже, Эгикал), Южной Осетии (селения Верхний Рокк, Верхней Ерман, Средний Ерман) и Чеченской Республики (селения Старая Сунжа и Дуба-Юрт). Установлены сходство ингушских и осетинских материалов и своеобразие мужской старосунжинской группы.

Ключевые слова: физическая антропология, краниометрия, геометрическая морфометрия, Центральный Кавказ, XII–XIX вв., надземные склепы.

DOI: 10.20874/2071-0437-2018-42-3-072-078

Введение

В работе рассматривается краниологическая изменчивость близких к современности человеческих популяций Центрального Кавказа, представленных материалами из фондов Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН. Население этого региона принято относить к кавкасионскому антропологическому типу европеоидной расы [Алексеев, 1974; Абдушлишвили, 1966], история формирования которого и отличия от других антропологических типов населения Кавказа — понтийского, каспийского, переднеазиатского — не раз обсуждались отечественными антропологами [Бунак, 1946; Герасимова, 1997; и др.]. Задачей настоящего исследования является анализ распределения морфологических признаков в рамках одного антропологического типа на примере соседних популяций с помощью двух разных методических подходов.

Объект исследования — коллекции из фондов МАЭ РАН, сформированные и опубликованные В.В. Бунаком [1953]. Одной из задач В.В. Бунака было определение закономерностей краниологической вариации в этнических и территориальных группах Центрального Кавказа. Составив общую характеристику краниологического типа, автор не обнаружил существенных различий между выборками, происходящими из разных могильных конструкций (полуподземные и надземные склепы), и попытался определить территориально приуроченные комплексы краниометрических признаков. В результате им были выделены пять таких комплексов: 1) верхне-гизельский; 2) югоосетинский; 3) дигорский и куртатинский; 4) группа из Армхи; 5) сунжинский.

Верхнегизельскую и дигорско-куртатинскую группы В.В. Бунак отнес к долихокранному типу. Югоосетинский комплекс определен как брахикранный, близка к нему и группа из Армхи — наиболее неоднородная, но в среднем также брахикранная. Сунжинская группа из черепов с мусульманского кладбища XIX в. выделена в особый территориальный комплекс, которой по морфологии мозговой коробки также сближается с группой из Армхи. Таким образом, В.В. Бунак обсуждает материалы скорее в рамках индивидуально-типологического подхода, придавая большое значение относительной длине мозгового отдела черепа. Представляется актуальным исследовать те же материалы в рамках популяционного подхода с использованием современным статистических методов и геометрической морфометрии.

Материалы и методы

Краниологические материалы были собраны В.В. Бунаком во время экспедиций 1947 и 1949 гг. и переданы на постоянное хранение в фонды отдела антропологии МАЭ РАН. Черепа происходят из надземных и полуподземных склепов XII–XVIII вв. высокогорных районов Южной Осетии (селения Верхний Рокк, Верхней Ерман, Средний Ерман), из надземных склепов с территории Ингушской республики (села Лежг, Эгикал) XVI–XVIII вв. и из мусульманских кладбищ

XVII–XIX вв. селений Старая Сунжа и Дуба-Юрт (Чеченская Республика). Серии зарегистрированы в фондах МАЭ РАН как ингушские и осетинские коллекции, в том числе выборка из селения Старая Сунжа учтена как ингушская. Однако в статье В.В. Бунака [1953] она обсуждается отдельно от других; по данным Архивного управления Чеченской Республики, на территории с. Старая Сунжа до депортации ингушей и чеченцев в 1944 г. ингуши не проживали¹.

Всего было измерено 87 черепов, из которых 53 мужских и 34 женских, объединенных в три территориальные группы — осетинскую, ингушскую и старосунжинскую.

На первом этапе работы использовалось 16 стандартных краниометрических признаков [Алексеев, Дебец, 1964]: продольный диаметр, поперечный диаметр, высотный диаметр, наименьшая ширина лба, скуловой диаметр, верхняя высота лица, высота и ширина носа, ширина и высота орбиты, назомаллярный и зигомаксиллярный углы, симотическая высота и ширина, общий лицевой угол и угол выступления носа. Попарное сравнение серий проводилось с помощью критерия Манна — Уитни, внутригрупповой анализ — методом главных компонент. Для межгруппового сравнения применялся канонический дискриминантный анализ. Все статистические процедуры реализованы в пакете программ STATISTICA 12.0.

На втором этапе работы привлечены методы геометрической морфометрии, позволяющей оценить вариацию формы объектов без учета линейных размеров [Павлинов, 2002]. С помощью электронного дигитайзера MicroScribe G2X на лицевом отделе каждого из черепов были расставлены 18 точек (ландмарков), в основном представляющих собой стандартные краниометрические точки (рис. 1). Полученный контур по координатам точек был подвергнут прокрустовому анализу с дальнейшим сопоставлением прокрустовых расстояний методом главных компонент для внутригруппового анализа. Для межгруппового сопоставления также был применен канонический дискриминантный анализ с помощью программы MorphoJ [Klingenberg, 2011].

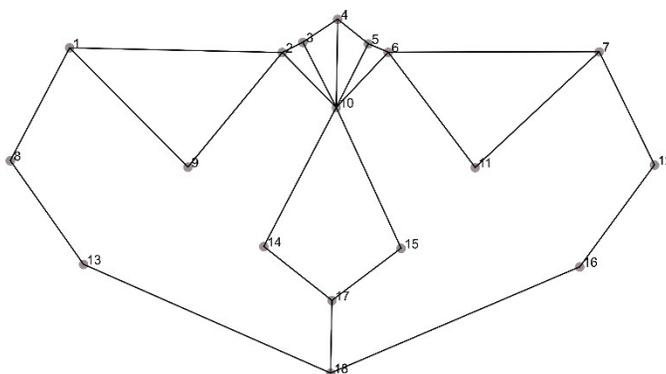


Рис. 1. Конфигурация точек (ландмарков):

1 — фронто-маллярно-орбитальная точка, справа; 2 — дакрион, справа; 3 — пересечение правого носовых верхнечелюстного шва и лобно-носового шва; 4 — назийон; 5 — пересечение левого носовых верхнечелюстного шва и лобно-носового шва; 6 — дакрион, слева; 7 — фронто-маллярно-орбитальная точка, слева; 8 — зигион, справа; 9 — пересечение скуловерхнечелюстного шва с нижним краем правой орбиты; 10 — ринион; 11 — пересечение скуловерхнечелюстного шва с нижним краем левой орбиты; 12 — зигион, слева; 13 — зигомаксиллярная точка, справа; 14 — назолатеральная точка, справа; 15 — назолатеральная точка, слева; 16 — зигомаксиллярная точка, слева; 17 — назоспинальная точка; 18 — простион.

Fig. 1. Configuration points (Landmarks):

1 — fronto-malare-orbitale (right); 2 — dacryon (right); 3 — intersection right Sutura nasomaxillaris with Sutura frontonasalis; 4 — nasion; 5 — intersection left Sutura nasomaxillaris with Sutura frontonasalis; 6 — dacryon (left); 7 — fronto-malare-orbitale (left); 8 — zygion (right); 9 — intersection Sutura zygomaticomaxillaris with right edge of the orbit; 10 — rhinion; 11 — intersection Sutura zygomaticomaxillaris with left edge of the orbit; 12 — zygion (left); 13 — zygomaxillare (right); 14 — nasolaterale (right); 15 — nasolaterale (left); 16 — zygomaxillare (left); 17 — nasospinale; 18 — prosthion.

Результаты и обсуждение

Осетинская мужская серия (табл. 1) имеет средние размеры продольного, поперечного и высотного диаметров мозгового отдела черепа, мезокранного по черепному указателю и ортокранного по высотно-продольному. В ингушской группе черепная коробка короткая, широкая и высокая, брахикранная и ортокранная. Старосунжинская группа характеризуется малой длиной,

¹ Свидетельство Архивного управления правительства Чеченской Республики от 11.08.2017 № 588.

средней шириной и малой высотой черепной коробки, брахикранной и гипсикранной по черепному и высотно-продольному указателям. Лицо во всех трех группах среднеширокое и низкое, лоб средней ширины в осетинской и старосунжинской группах и широкий — в ингушской. Орбиты везде мезоконхные, среднеширокие, но по абсолютной высоте в осетинской и ингушской выборках — низкие, в старосунжинской — средневысокие. Нос средней ширины и высоты, мезоринный в осетинской и старосунжинской группах, хамеринный — в ингушской; у всех — сильно выступающий относительно вертикального лицевого профиля нос. Носовые кости узкие (осетинская, ингушская группы) или очень узкие (старосунжинская), переносье высокое (ингушская, старосунжинская) или очень высокое (осетинская группа). Горизонтальная профилированность лица во всех группах резкая и на назомаллярном, и на зигомасиллярном уровнях.

Таблица 1

Средние значения краниометрических признаков для мужских выборок

Table 1

Mean value for male group

Название признака	Осетинская группа			Ингушская группа			Старосунжинская группа		
	<i>n</i>	\bar{X}	σ	<i>n</i>	\bar{X}	σ	<i>n</i>	\bar{X}	σ
Продольный диаметр	29	180,9	8,2	12	176,1	4,3	12	177,0	5,4
Поперечный диаметр	29	142,0	4,6	12	149,3	6,2	12	141,6	5,6
Высотный диаметр	29	132,6	5,4	11	137,8	5,6	12	130,6	5,2
Черепной указатель	29	78,6	3,8	12	80,0	3,5	12	84,8	2,9
Высотно-продольный указатель	29	73,4	3,3	11	73,8	3,1	12	78,3	2,7
Наименьшая ширина лба	29	96,1	4,1	12	101,2	4,4	12	98,4	4,4
Скуловой диаметр	29	133,8	5,3	12	136,6	4,7	12	133,3	4,3
Верхняя высота лица	29	68,7	5,8	12	68,3	6,3	12	66,8	4,6
Высота носа	29	52,2	3,2	12	52,5	4,6	12	50,4	3,6
Ширина носа	29	25,0	2,3	12	25,1	1,5	12	25,7	2,1
Носовой указатель	29	48,0	4,3	12	51,3	4,8	12	47,9	4,6
Ширина орбиты от mf	29	42,4	1,9	12	42,5	1,8	12	42,6	1,5
Высота орбиты	29	33,0	2,5	12	32,8	2,5	12	34,3	2,4
Орбитный указатель	29	78,0	5,8	12	80,5	5,7	12	77,1	4,5
Назомаллярный угол	29	138,1	3,2	11	138,9	3,6	12	138,0	3,2
Зигомасиллярный угол	28	125,8	5,2	11	124,3	5,0	12	125,9	6,5
Симотическая высота	28	14,7	22,1	12	16,9	24,6	12	9,5	0,7
Симотическая ширина	28	5,9	3,4	12	5,9	0,9	12	4,9	0,8
Симотический указатель	28	64,5	32,1	12	52,2	9,9	12	57,7	22,2
Общий лицевой угол	29	89,2	3,4	12	88,3	3,1	12	87,2	3,7
Угол выступания носа	27	31,8	7,2	12	34,2	6,9	12	30,8	5,2

Женские осетинские и ингушские выборки (табл. 2) в среднем имеют короткую, среднюю по ширине и высоте черепную коробку, брахикранную и ортокранную по черепному и высотно-продольному указателям. В старосунжинской женской серии мозговой отдел средней длины, широкий, средневысокий, брахикранный и гипсикранный. Лоб и лицевой отдел среднеширокие в осетинской и ингушской серии и широкие — в старосунжинской. Высота лица средняя во всех группах. Орбиты широкие в осетинской и старосунжинской группах, среднеширокие — в ингушской и везде — средневысокие, мезоконхные. Нос узкий в ингушской и старосунжинской группах, среднеширокий — в осетинской, низкий в старосунжинской и средневысокий в осетинской и ингушской выборках, мезоринный (ингушская) или лепторинный (осетинская, старосунжинская). Угол выступания носа большой в осетинской группе и очень большой — в ингушской и старосунжинской. Носовые кости очень узкие, переносье высокое (осетинская, ингушская группы) или очень высокое (старосунжинская). Горизонтальная профилированность лица на верхнем уровне резкая в ингушской и старосунжинской сериях и средняя в осетинской, зигомасиллярный угол повсюду малый.

С целью поиска статистически значимых различий между тремя краниологическими группами было проведено попарное сравнение с помощью непараметрического критерия Манна — Уитни. Мужские осетинская и старосунжинская группы различаются по таким признакам, как продольный диаметр ($p = 0,048033$), поперечный диаметр ($p = 0,000289$), высотный диаметр ($p = 0,032724$) и наименьшая ширина лба ($p = 0,003471$). Между мужскими осетинской и ингушской группами достоверных различий не обнаружено. Ингушская и старосунжинская выборки

Краниологические материалы Центрального Кавказа XII–XIX вв.

мужских черепов различаются по следующим признакам: поперечный диаметр ($p = 0,003443$), высотный диаметр ($p = 0,008737$) и симотическая ширина ($p = 0,016411$).

Таблица 2

Средние значения краниометрических признаков для женских выборок

Table 2

Mean value for female group

Название признака	Осетинская группа			Ингушская группа			Старосунжинская группа		
	N	X	σ	N	X	σ	N	X	σ
Продольный диаметр	18	168,7	5,8	7	165,3	8,0	6	174,0	7,0
Поперечный диаметр	18	135,5	4,2	7	139,1	4,8	6	141,2	7,4
Высотный диаметр	17	126,5	4,4	7	127,1	5,8	6	128,0	5,3
Черепной указатель	18	80,5	4,0	7	81,2	4,7	6	84,4	3,6
Высотно-продольный указатель	17	71,2	16,6	7	73,7	4,6	6	77,0	3,1
Наименьшая ширина лба	18	92,7	3,6	7	95,0	4,6	6	96,8	7,6
Скуловой диаметр	17	126,2	4,9	7	122,4	3,7	5	130,4	4,6
Верхняя высота лица	17	65,0	5,0	8	64,7	3,5	6	66,0	6,6
Высота носа	17	49,2	3,7	8	49,8	6,3	6	47,6	4,5
Ширина носа	14	24,1	1,9	8	22,8	0,9	6	23,4	1,8
Носовой указатель	14	42,3	18,7	8	49,8	7,7	6	43,6	4,6
Ширина орбиты от mf	18	41,4	2,4	8	40,8	1,0	6	41,5	1,9
Высота орбиты	18	33,6	2,2	8	33,8	1,2	6	33,8	4,0
Орбитный указатель	18	81,3	5,5	8	81,2	6,8	6	82,8	3,7
Назональный угол	17	140,2	4,0	8	138,6	1,8	6	135,7	1,5
Зигомаксиллярный угол	16	126,3	4,9	8	125,9	4,5	6	127,0	2,8
Симотическая высота	18	7,9	2,5	8	9,3	1,3	6	9,8	1,1
Симотическая ширина	17	5,2	2,7	8	4,7	1,4	6	4,5	1,2
Симотический указатель	17	46,4	18,9	8	45,9	8,1	6	50,9	13,5
Общий лицевой угол	17	87,6	3,4	8	87,0	4,6	6	90,8	3,0
Угол выступления носа	15	28,7	5,1	8	32,0	6,3	6	30,0	6,1

Между женскими осетинской и старосунжинской группами обнаружена значимая разница только по ширине носа ($p = 0,045438$), между осетинской и ингушской — по назональному углу ($p = 0,020745$) и симотической высоте ($p = 0,026632$); между ингушской и старосунжинской по скуловому диаметру ($p = 0,008168$) и назональному углу ($p = 0,020137$).

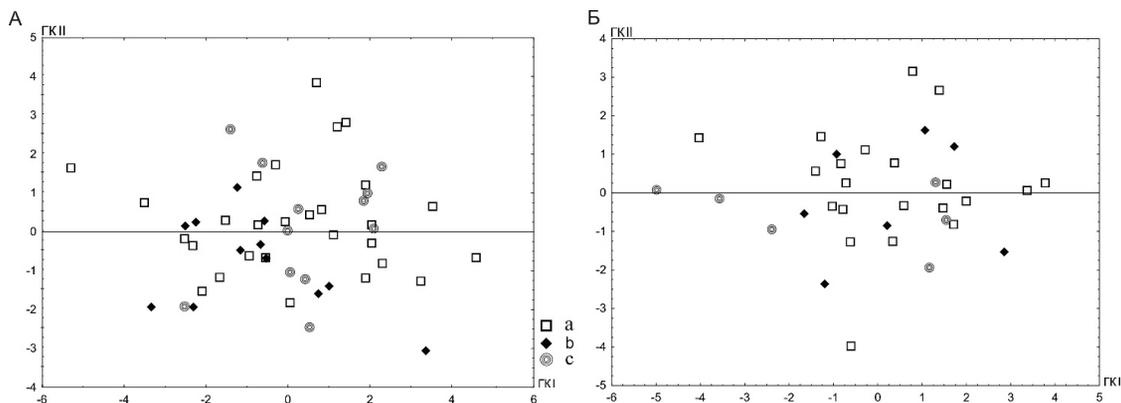


Рис. 2. Результаты анализа главных компонент мужской (А) и женской (Б) выборок: а — осетинская серия; б — старосунжинская серия; в — ингушская серия.

Fig. 2. Position male (А) and female (Б) cranial series on the first two canonical variate: а — Ossetian group; б — Staraya Sunzha; в — Ingush group.

По результатам анализа объединенной серии мужских черепов методом главных компонент наиболее информативные факторы отражают 24,7 и 12,5 % общей изменчивости. На рис. 2А первая главная компонента (ГК I) отражает увеличение продольного и поперечного диаметров, ширины лба, скулового диаметра, верхней высоты лица, ширины орбит. ГК II демонстрирует увеличение поперечного и высотного диаметров, назонального и зигомаксиллярного углов, увеличение угла выступления носа при уменьшении высоты носа и высоты орбит.

В женской суммарной серии наиболее информативные факторы отражают 23,7 и 11,7 % изменчивости (рис. 2Б). ГК I показывает уменьшение поперечного диаметра, ширины лба, скулового диаметра и ширины орбиты; ГК II — увеличение поперечного диаметра, зигомаксиллярного и лицевого углов при уменьшении верхней высоты лица. И для мужчин, и для женщин характерно отсутствие заметных различий между ингушской и осетинской группами. У мужчин заметна меньшая степень изменчивости большинства черепов старосунжинской группы, а также их некоторое морфологическое своеобразие, в отличие от результатов анализа женских черепов, где сложно выявить различия между всеми тремя территориальными выборками.

Результаты межгруппового сравнения трех мужских серий показаны на рис. 3А. По координатам в первом каноническом векторе (КВ I) группы распределены согласно увеличению поперечного диаметра, высотного диаметра и ширины лба (70 % изменчивости); в КВ II — по мере увеличения продольного диаметра, высоты носа и лицевого угла при уменьшении высоты орбит (30 % изменчивости).

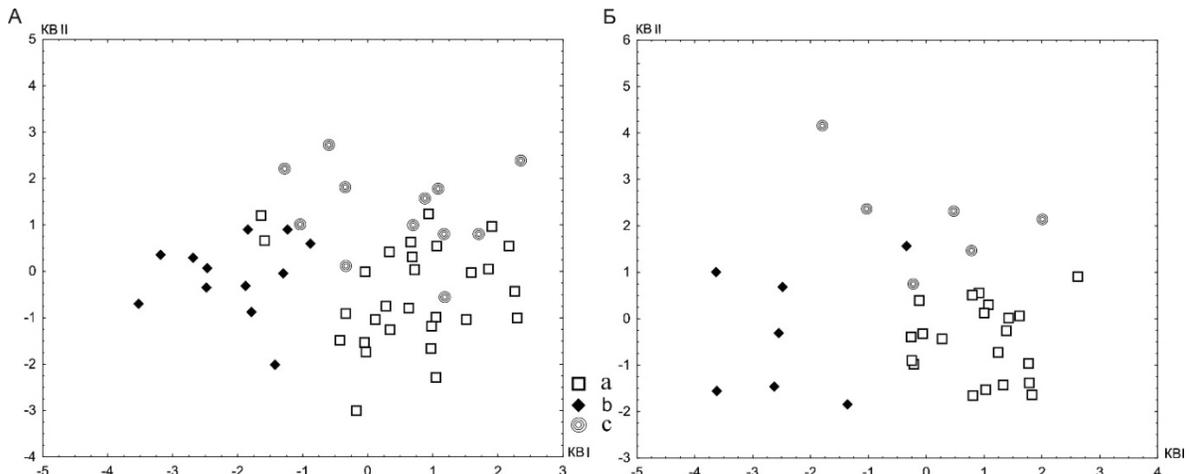


Рис. 3. Результаты дискриминантного канонического анализа мужских (А) и женских (Б) серий. Условные обозначения здесь и далее см. в подписи к рис. 2.

Fig 3. Position male (A) and female (B) cranial series on the first two canonical vector.

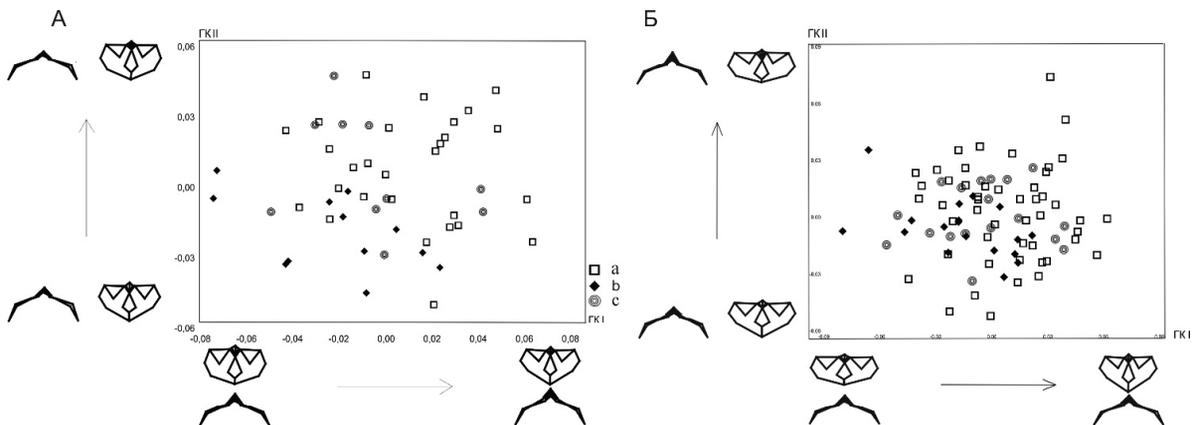


Рис. 4. Результаты анализа прокрустовых расстояний методом главных компонент для мужской (А) и женской (Б) выборок.

Fig 4. Position male (A) and female (B) cranial series on the first two canonical variate.

Схожие результаты были получены в ходе анализа женской выборки (рис. 3Б). По КВ I (57 %) группы распложены по увеличению поперечного диаметра, ширины лба, симотической ширины носа при уменьшении ширины носа. По КВ II (43 %) группы распределены согласно уменьшению поперечного диаметра, скулового диаметра и общего лицевого угла. В обоих случаях наблюдается большая степень различий между старосунжинской и осетинской.

Краниологические материалы Центрального Кавказа XII–XIX вв.

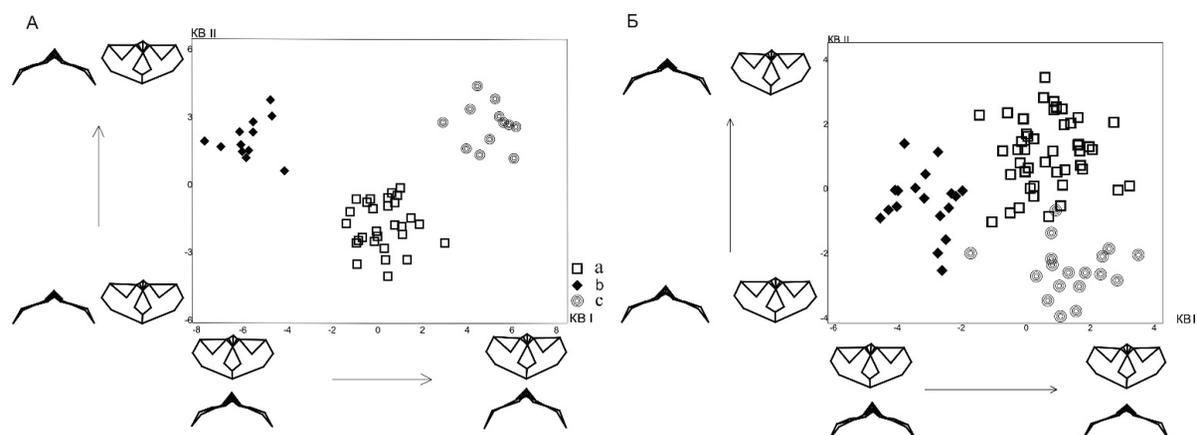


Рис. 5. Результаты дискриминантного канонического анализа прокрустовых расстояний для мужской (А) и женской (Б) выборок.

Fig. 5. Position male (A) and female (B) cranial series on the first two canonical vector.

На втором этапе работы для изучения тех же материалов были применены методы геометрической морфометрии. В результате анализа мужской объединенной серии первая и вторая главные компоненты отразили 21 % общей изменчивости формы (рис. 4А). ГК I демонстрирует увеличение общей ширины лица, ГК II — преимущественно изменения формы орбит. В женской выборке первая и вторая главные компоненты отображают 16,5 % общей изменчивости (рис. 4Б), ГК I демонстрирует уменьшение ширины лица и ширины носа, ГК II — тоже в основном изменение формы орбит. И у мужских, и у женских черепов сильно варьируется расстояние между назо-спинальной точкой и простионом, что отчасти может быть обусловлено плохой сохранностью альвеолярного отростка, встречающейся здесь довольно часто.

При межгрупповом сопоставлении между мужскими сериями обнаружилось различия по форме глазниц и ширине носа (рис. 5А), причем между старосунжинской и остальными группами, разошедшимися по координатам в КВ I (75 %), они существеннее, чем между осетинской и ингушской группами, разделившимися по координатам в КВ II (24 %). Результаты сравнения женских серий (рис. 5Б) почти аналогичны мужским, однако межгрупповые различия здесь выражены в меньшей степени. В целом же применение методов геометрической морфометрии к анализу вариаций лицевого скелета привело к получению результатов, которые оказались близки тем, что были получены при исследовании по стандартной короткой краниометрической программе, описывающей морфологию как лицевого, так и мозгового отдела черепа.

Выводы

Краниометрические материалы с территории Центрального Кавказа были исследованы с использованием многомерных статистических методов анализа изменчивости традиционных краниометрических признаков и вариации формы по данным геометрической морфометрии. В результате выявлено небольшое своеобразие мужских черепов из окрестной с. Старая Сунжа и значительное сходство краниологических серий с территории Южной Осетии и Ингушетии. Все три женские территориальные выборки различаются морфологически очень слабо. Таким образом, для большинства краниологических типов, выделенных на этих материалах В.В. Бунаком [1953] в соответствии со способом захоронения и территорией проживания, не удастся найти подтверждения, за исключением мужской старосунжинской группы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Абдушелишвили М.Г.* К краниологии древнего и современного населения Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1966. 134с.
- Алексеев В.П.* Происхождение народов Кавказа. М.: Наука 1974. 317 с.
- Алексеев В.П. Дебец Г.Ф.* Краниометрия: Методика антропологических исследований. М.: Наука, 1964. 128 с.
- Бунак В.В.* Антропологический состав населения Кавказа // Вестник Гос. музея Грузии. Тбилиси, 1946. Т. XIII-A. 94 с.

Е.В. Пугачева

Бунак В.В. Черепа из склепов горного Кавказа в сравнительно антропологическом освещении // СМАЭ. М.; Л., 1953. Т. XIV. С. 306–420.

Герасимова М.М. О генеалогических взаимоотношениях кавказской и понтийской рас // Единство и многообразие человеческого рода. М.: Наука, 1997. Ч. 2. С. 606–654.

Дебец Г.Ф. Палеоантропология СССР. М.: Наука 1948. 392 с.

Павлинов И.Я., Микешина Н.Г. Принципы и методы геометрической морфометрии // Журнал общей биологии. 2002. Т. 63. № 6. С. 473–493.

Klingenberg C.P. MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics // *Molecular Ecology Resources*. 2011. Vol. 11. P. 353–357.

E.V. Pugacheva

Saint-Petersburg State University

Universitetskaya nab., 7–9, Saint-Petersburg, 190034, Russian Federation

E-mail: pugacheva.kari@yandex.ru

12th–19th CENTURIES CRANIOLOGICAL REMNANTS FROM THE CENTRAL CAUCASUS REGION

This paper presents the analysis of a craniological series from the Republic of Ingushetia (Lezhg, Jegikal villages), South Ossetia (Verhnij Rokk, Verhnej Erman, Srednij Erman villages) and the Chechen Republic (Staraja Sunzha village) conducted using modern morphologic methods. The research is based on craniological materials from the MAE RAS (Museum of Anthropology and Ethnography of the Russian Academy of Sciences) collections that were gathered and described by V.V. Bunak in 1953. At that time, V.V. Bunak examined the material from the standpoint of the typological approach, giving great importance to the relative value of the cranial index. Therefore, it seems relevant to study the material within the framework of the population approach using modern methods. The aim of this paper is to classify the morphological characteristics of the Caucasian anthropological type using samples from two neighbouring groups (Ossetian and Ingush ones), which are analysed by two different methodologies. At the first stage, skulls were measured by a standard craniometric program. Subsequently, the obtained data was analysed by classical statistical methods (Mann — Whitney U test, Principal component analysis, Canonical discriminant analysis). At the second stage, the methods of geometric morphometry were applied for comparing the Procrustean distances by the principal component method (intragroup analysis) and the canonical discriminant analysis (intergroup analysis). The results of the geometric morphometry analysis have allowed us to trace the non-linear variation of the facial part of the skulls. The results obtained at both analytical stages have shown a good agreement. It is concluded that female groups are morphologically close to each other. Male groups show similarities between the Ingush and Ossetian materials. The craniological series from Staraya Sunzha is shown to be unique. Therefore, the majority of the craniological types identified by V.V. Bunak have not been confirmed by modern analytical methods, with the only exception being the male group from Staraya Sunzha.

Key words: Physical anthropology, craniology, Caucasus, geometric morphometrics, burial vault.

DOI: 10.20874/2071-0437-2018-42-3-072-078

REFERENCES

Abdushelishvili M.G. (1966). *To craniology of the ancient and modern population in Caucasus*, Tbilisi: Metsniereba, 134 p.

Alekseev V.P. (1974). *Origins of the peoples of the Caucasus*, Moscow: Nauka, 317 p.

Alekseev V.P. Debets G.F. (1964). *Craniometry: Methods of anthropological research*, Moscow: Nauka, 128 p.

Bunak V.V. (1946). The anthropological composition of the Caucasus population. *Vestnik Gosudarstvennogo muzeia Gruzii, XIII-A*, 94 p.

Bunak V.V. (1953). The skulls from the tombs of the Caucasus in a relatively anthropological interpretation. *Sbornik Muzeia antropologii i etnografii AN SSSR, XIV*, 306–420.

Debets G.F. (1948). *Paleoanthropology of the USSR*, Moscow: Nauka, 392 p.

Gerashimova M.M. (1997). About genealogical relationships Kavkasioni and Pontic races. *Edinstvo i mnogoobrazie chelovecheskogo roda*, (2), 606–654.

Klingenberg C.P. (2011). MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11, 353–357.

Pavlinov I.Ia., Mikeshina N.G. (2002). Principles and methods of geometric morphometry. *Zhurnal obshchei biologii*, 63(6), 473–493.