

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИЛАТЕРАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ РАННЕСРЕДНЕВЕКОВОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ МОГИЛЬНИКА МАМИСОНДОН)

Н.Я. Березина

МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, Москва

В статье представлены результаты изучения асимметрии размеров посткраниального скелета раннесредневековой группы с территории Северной Осетии. Было изучено 83 половозрелых индивида обоего пола по классической остеометрической методике, вычислены коэффициенты асимметрии изученных размеров на правой и левой сторонах тела. Тенденции выраженности и направленности асимметрии проверены статистическими методами. Анализ полученных данных показал, что размеры длинных костей конечностей населения, оставившего могильник Мамисондон, обладают рядом достоверно направленных асимметричных признаков и группой признаков, достоверно асимметричных, но без выраженной направленности, т.е. обладающих флуктуирующей асимметрией. При внутригрупповом сравнении направленной асимметрии между мужчинами и женщинами, выявлено меньшее количество признаков, обладающих направленной асимметрией в женской части серии. Зафиксированные изменения отражает функциональную и морфологическую природу асимметрии скелета.

Ключевые слова: физическая антропология, остеометрия, асимметрия признаков посткраниального скелета, Северный Кавказ, Средневековье

Введение

Исследования современных популяций показывают, что увеличение длины тела и скорости созревания индивидов можно идентифицировать не только как закономерный процесс адаптации к определенным климато-географическим условиям, но и в комплексе с другими морфофизиологическими показателями в качестве индикатора стресса в популяциях, переживших недавнюю миграцию. Подобные изменения были замечены у городского населения различных регионов в сравнении с сельскими жителями; а из недавних исторических миграций – у нескольких поколений переселенцев в Израиль по сравнению с аборигенными жителями Синайского полуострова и многих других популяций [Batsevich et al., 2013]. Методы, разработанные для определения адаптационного стресса, фиксируемого на основании ускоренного темпа старения и тенденции к увеличению длины тела, в большинстве случаев применимы к современным ныне живущим популяциям. Для палеопопуляций также существует комплекс признаков, фиксирующий стресс на костном материале [Бужилова, 1992, 1995].

Одним из возможных показателей стресса, по мнению некоторых ученых, является выраженная асимметрия размеров тела, связанная с тем, что

пластичные костные структуры в процессе роста и развития способны реагировать на внешние и внутренние воздействия на организм [Захаров, 1987; Palmer, 1994; Медникова, 1995; Тур, 2014]. Поэтому в процессе работы с остеометрическими данными раннесредневековой выборки Мамисондон было проведено изучение асимметрии измерительных признаков на левой и правой стороне скелета взрослых индивидов с целью оценки степени адаптации взрослого населения, оставившего могильник Мамисондон.

Материалы и методы

Материал для исследования был получен в процессе работы Североосетинской экспедиции Института археологии РАН, возглавляемой З.Х. Албеговой. Могильник Мамисондон находился в Алагирском районе, Зарамагской котловине, в верховьях реки Ардон (Северная Осетия), на высоте 1678–1683 м над уровнем моря. Могильник был датирован археологами концом VII – началом IX века н.э. [Албегова, Верещинский-Бабайлов, 2010]. Отсутствие специфических черт в погребальном обряде и анализ инвентаря из могильника не дал возможность определить принадлежность погребенных

индивидов к какой-либо конкретной культурной общности, но очертил широкий круг возможных культурных связей населения, оставившего некрополь Мамисондон, с синхронными популяциями [Албегова, Верещинский-Бабайлов, 2010]. Антропологический материал могильника составил 185 разновозрастных индивидов обоего пола, которые были исследованы с помощью различных традиционных методик, принятых в современной науке. Серия взрослых костяков, пригодных для остеометрических исследований, включала 83 индивида обоего пола (52 мужских и 31 женский).

Измерения проводились стандартным набором инструментов, принятым в палеоантропологии: измерительным штативом, скользящим и толстотным циркулями, полотняной лентой. Были исследованы кости посткраниального скелета правой и левой сторон. Остеометрическое исследование проводилось по классической для отечественной антропологии программе: по методикам R. Martin [Martin, 1928] в обработке В.П. Алексеева [Алексеев, 1966].

Размеры в тексте даны в сокращенном формате: первая буква латинского названия кости плюс номер размера по Мартину. Например, размер «1. наибольшая длина плечевой кости» обозначен в тексте и таблицах статьи как **H1**.

Исследования проводились для плечевых (**H**), локтевых (**U**), лучевых (**R**), бедренных (**F**) и большеберцовых (**T**) костей.

Оценка асимметрии длинных костей скелета проводилась после оценки ошибки измерения. Для расчета ошибки метода было произведено контрольное измерение 10 костяков из общей серии. Все измерения, включенные в бланк, были проведены три раза с промежутком в несколько дней «вслепую» (то есть без сверки с предыдущими измерениями). Далее была рассчитана ошибка метода по формуле

$$ME = \sqrt{MS(ошибка)},$$

где ME – ошибка метода, а MS – среднее арифметическое значение ошибки [Palmer, Strobeck, 1992]. Учитывалось условие, что разница между размерами правой и левой стороны должна превышать ошибку метода в два раза. Полученные результаты показали, что ошибка измерения составила 1 мм. Это значение в 2–10 раз меньше разницы между измерениями признаков правой и левой сторон. Полученные данные полностью удовлетворяют методике оценки асимметрии.

Существует несколько формул для вычисления значения асимметрии. Наиболее часто используемыми из них являются разность между измерениями левой и правой сторон признака (L-R); и ее усложненная вариация: разность измерений признака справа и слева, деленная на полусумму тех же изменений, умноженная на 100:

$$[(R-L)/(R+L)*0,5]*100.$$

В связи с тем, что в разных публикациях были использованы различные формулы, в данной работе асимметрия признаков была исследована по обоим формулам. Далее было проведено сравнение полученных результатов. В обоих случаях была выявлена асимметрия, тенденции ее выраженности и направленности, также совпадали. Поэтому в дальнейшем мы пользовались формулой (L-R).

Была изучена нормальность распределения асимметрии с применением пакета программ «Statistica 10». Результаты этой части анализа направляли ход дальнейшего исследования: применение параметрических или непараметрических методов. Существуют численные методы оценки соответствия изучаемого распределения признака нормальному. В пакете программы «Statistica 10» это критерии Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка, Лиллиефорса. Критерий Шапиро-Уилка применяется для выборок размером от 5 до 50 наблюдений и считается наиболее эффективным для проверки нормальности распределения случайных величин [Кобзарь, 2006], поэтому именно на него мы ориентировались при исследовании наших признаков. Далее был проведен анализ направленности асимметрии правой и левой сторон для остеометрических характеристик объединенной выборки Мамисондон. В соответствии с полученным выше результатом, было проведено два анализа: t-критерий Стьюдента для зависимых выборок для группы признаков с нормальным распределением и критерий Уилкоксона для признаков, показавших распределение, отличное от нормального. Была проведена оценка различий работы этих двух критериев. Для этого все исследуемые признаки были проанализированы по обоим критериям в полном объеме. Из сорока признаков различия по двум видам анализа были получены лишь для пяти, причем четыре из них – размеры бедренной кости. Для этих признаков критерии достоверности принимались с учетом нормальности распределения.

Результаты

Симметрия свойственна как для неживой природы, так и для биологических объектов [Гиляров, 1944]. Отклонения от строгой симметрии, или асимметрию, подразделяют на флуктуирующую, направленную и антисимметрию [Захаров, 1987]. *Флуктуирующая* асимметрия проявляется при небольших, случайных и ненаправленных отклонениях от строгой билатеральной симметрии и является

результатом неспособности организмов развиваться согласно плану симметрии [Palmer, 1994]. Флуктуирующая асимметрия характеризуется нормальным распределением разницы L-R вокруг нуля. Флуктуирующую асимметрию часто используют для индикации стрессового фона в ботанике [Гуртяк, Углев, 2010; Рунова, Гнаткович, 2013], зоологии [Гиляров, 1944; Захаров, 1987; Гелашвили с соавт., 2004] и в антропологии [Townsend, 2006; Прудникова, 2012; Gawlojowska-Skora et al., 2013]. *Направленная* асимметрия отражает постоянное отклонение признака внутри вида к большому развитию на одной стороне тела, чем на другой. Направленно асимметричные признаки дают нормальное распределение L-R (правая сторона минус левая) разницы вокруг среднего значения. И третий тип – *антисимметрия* – характеризуется большим развитием структуры то на одной, то на другой стороне тела. Антисимметрия выражается кривой с бимодальным распределением разницы L-R вокруг нуля. В случае антисимметрии признак асимметричен и направленность различий между сторонами не имеет значения [Захаров, 1987; Гелашвили с соавт., 2004].

Остеометрические исследования были проведены автором и опубликованы ранее [Березина, 2016]. Для определения типа асимметрии на остеологическом материале по каждому признаку была получена величина значения асимметрии (L-R). Была изучена нормальность распределения этого показателя по критерию Шапиро-Уилка (табл. 1).

Статистический анализ нормальности распределения значений асимметрии остеометрических характеристик мужской части объединенной выборки Мамисондон разделил исследованные признаки на две группы: с распределением близким к нормальному (21 признак) и ту, где нулевая гипотеза об отсутствии отличий от нормальности должна быть отклонена и, следовательно, признаки не подчиняются нормальному распределению (19 признаков). В первую группу признаков с нормальным распределением значений асимметрии попала большая часть длиннотных размеров (кроме общей длины большеберцовой кости – T1), размеры эпифизов длинных костей (кроме ширины верхнего эпифиза большеберцовой кости – T3), включая окружности головок плечевой и бедренной костей, окружности диафизов плечевой, локтевой и бедренной костей, и некоторые поперечные размеры диафизов. Во вторую группу вошла большая часть поперечных и сагиттальных размеров диафизов, диаметры проксимальных эпифизов бедренной и плечевой костей, наименьшие окружности диафизов плечевой и большеберцовой костей, один длиннотный размер – T1 и один эпифизарный размер – T3.

Тот же анализ, проведенный для женской части (табл. 2) выборки показал сдвиг распределения нормальности признаков в сторону большего количества признаков с нормальным распределением: 26 против 14. Среди признаков с отклонениями от нормальной кривой нет ни одного длиннотного размера, половина размеров относится к диаметрам бедренной кости и размерам ее эпифизов.

Следующим шагом был анализ направленности асимметрии правой и левой сторон для остеометрических характеристик объединенной выборки Мамисондон. В соответствии с полученным выше результатом, было проведено два анализа: t-критерий Стьюдента для зависимых выборок для группы признаков с нормальным распределением (табл. 3, 4) и критерий Уилкоксона для признаков, показавших распределение отличное от нормального (табл. 5, 6). Мужские (табл. 3, 5) и женские (табл. 4, 6) серии рассматривались отдельно. Для мужской части выборки все остеометрические признаки для длинных костей рук больше с правой стороны, а для костей ног больше половины признаков сильнее выражено слева. Этот результат объясняется распространенной функциональной праворукостью, при которой правая нога также является ведущей и, как и верхние конечности, более точно скоординированной. Но, в отличие от костей рук, функциональная асимметрия которых усиливается морфологической асимметрией, функциональная асимметрия ног приводит к разделению функций на «скоординированную» и «опорную» конечности, при котором именно на опорную конечность приходится более высокая нагрузка и, соответственно, ее следствие – морфологическая асимметрия. Это явление подтверждается рядом исследований, проведенных для разных популяций человека [Властовский, 1960; Найнис, Анусявичене, 1984; Пежемский, 2003; Тур, 2014] и животных [Властовский, 1960].

Асимметрия оказалась достоверно направленной для половины исследуемых признаков у мужской группы. Это обе длины всех костей рук и длина бедренной кости в естественном положении, для костей рук правая сторона достоверно больше, для бедренной кости – левая, большеберцовая кость не демонстрирует направленной асимметрии. Окружности головок плечевой и бедренной костей, а также наименьшие окружности диафизов костей рук сильнее выражены справа. Наибольшие размеры дистального эпифиза бедренной кости и обоих эпифизов большеберцовой также асимметричны: эпифизы коленного сустава больше справа, а дистальный эпифиз большеберцовой – слева, также как и в исследованиях В.Г. Властовского [Властовский, 1960]. Как мы и ожидали,

Таблица 1. Статистический анализ нормальности распределения значений асимметрии билатеральных признаков остеометрических характеристик мужской части объединенной выборки Мамисондон

Признаки	Статистические критерии (L-R)				
	Колмогорова-Смирнова		Шапиро-Уилка		Лиллиефорса
	D (статистика Колмогорова- Смирнова)	p (вероятность ошибки)	W (статистика Шапиро- Уилка)	p (вероятность ошибки)	p (вероятность ошибки)
H1	0,115	>0,20	0,977	0,853	>0,20
H2	0,146	>0,20	0,962	0,536	>0,20
H10	0,214	<0,20	0,914	0,043	<0,01
H9	0,231	>0,20	0,865	0,012	<0,05
H3	0,151	<0,20	0,966	0,588	<0,20
H4	0,149	>0,20	0,940	0,101	<0,10
H5	0,198	<0,10	0,849	0,000	<0,01
H6	0,234	<0,05	0,926	0,010	<0,01
H8	0,120	>0,20	0,973	0,830	>0,20
H7	0,196	<0,10	0,933	0,015	<0,01
H7a	0,138	>0,20	0,961	0,167	<0,05
U1	0,131	>0,20	0,926	0,132	>0,20
U2	0,119	>0,20	0,969	0,600	>0,20
U3	0,163	>0,20	0,949	0,102	<0,05
R1	0,135	>0,20	0,978	0,824	<0,20
R2	0,121	>0,20	0,974	0,722	>0,20
R4	0,191	<0,15	0,948	0,078	<0,01
R5	0,497	<0,01	0,189	0,000	<0,01
R3	0,191	<0,15	0,906	0,004	<0,01
F1	0,118	>0,20	0,969	0,552	>0,20
F2	0,118	>0,20	0,978	0,760	>0,20
F18	0,227	<0,10	0,906	0,008	<0,01
F19	0,317	<0,01	0,855	0,001	<0,01
F21	0,164	>0,20	0,951	0,307	<0,15
F6	0,409	<0,01	0,302	0,000	<0,01
F7	0,203	<0,05	0,891	0,000	<0,01
F9	0,212	<0,05	0,865	0,000	<0,01
F10	0,134	>0,20	0,948	0,048	<0,05
F20	0,135	>0,20	0,963	0,366	<0,20
F8	0,126	>0,20	0,960	0,104	<0,10
T1	0,158	>0,20	0,889	0,005	<0,10
T1a	0,177	>0,20	0,943	0,098	<0,05
T3	0,275	<0,05	0,901	0,017	<0,01
T6	0,133	>0,20	0,926	0,064	<0,20
T8	0,171	<0,15	0,952	0,046	<0,01
T9	0,139	>0,20	0,937	0,013	<0,05
T8a	0,125	>0,20	0,960	0,102	<0,10
T9a	0,126	>0,20	0,962	0,118	<0,10
T10	0,152	>0,20	0,921	0,003	<0,01
T10b	0,143	>0,20	0,846	0,000	<0,05

Примечания. Полужирным шрифтом выделены величины, для которых вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы ($p \leq 0,05$).

Таблица 2 Статистический анализ нормальности распределения значений асимметрии билатеральных признаков остеометрических характеристик женской части объединенной выборки Мамисондон

Статистические критерии (L-R)					
Признаки	Колмогорова-Смирнова		Шапиро-Уилка		Лиллиефорса
	D (статистика Колмогорова- Смирнова)	p (вероятность ошибки)	W (статистика Шапиро- Уилка)	p (вероятность ошибки)	p (вероятность ошибки)
H1	0,171	>0,20	0,880	0,114	>0,20
H2	0,191	>0,20	0,901	0,138	<0,20
H10	0,211	>0,20	0,925	0,261	<0,10
H9	0,259	>0,20	0,825	0,029	<0,05
H3	0,274	>0,20	0,858	0,046	<0,05
H4	0,176	>0,20	0,949	0,507	>0,20
H5	0,217	<0,20	0,924	0,079	<0,01
H6	0,198	>0,20	0,903	0,029	<0,05
H8	0,174	>0,20	0,953	0,707	>0,20
H7	0,176	>0,20	0,930	0,123	<0,1
H7a	0,190	>0,20	0,945	0,226	<0,05
U1	0,220	>0,20	0,887	0,087	<0,10
U2	0,265	>0,20	0,882	0,063	<0,01
U3	0,217	>0,20	0,931	0,177	<0,05
R1	0,189	>0,20	0,933	0,216	<0,10
R2	0,161	>0,20	0,927	0,151	>0,20
R4	0,264	<0,10	0,871	0,005	<0,01
R5	0,330	<0,01	0,827	0,001	<0,01
R3	0,238	<0,15	0,879	0,008	<0,01
F1	0,175	>0,20	0,948	0,418	<0,20
F2	0,193	>0,20	0,921	0,174	<0,15
F18	0,290	<0,05	0,740	0,000	<0,01
F19	0,235	<0,15	0,840	0,002	<0,01
F21	0,270	>0,20	0,804	0,011	<0,05
F6	0,235	<0,10	0,887	0,006	<0,01
F7	0,251	<0,05	0,902	0,015	<0,01
F9	0,179	>0,20	0,914	0,033	<0,05
F10	0,217	<0,15	0,892	0,011	<0,01
F20	0,199	>0,20	0,948	0,390	<0,10
F8	0,154	>0,20	0,955	0,288	<0,10
T1	0,144	>0,20	0,954	0,652	>0,20
T1a	0,280	<0,20	0,888	0,076	<0,01
T6	0,186	>0,20	0,922	0,302	<0,20
T8	0,205	>0,20	0,921	0,060	<0,01
T9	0,230	<0,15	0,924	0,062	<0,01
T8a	0,142	>0,20	0,922	0,082	>0,20
T9a	0,352	<0,01	0,771	0,000	<0,01
T10	0,179	>0,20	0,947	0,250	<0,10
T10b	0,169	>0,20	0,963	0,501	<0,10

Примечания. Полужирным шрифтом выделены величины, для которых вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы (p) $\leq 0,05$.

Таблица 3. Статистический анализ направленности асимметрии остеометрических характеристик с нормальным распределением для мужской части объединенной выборки Мамисондон (t-критерий Стьюдента для зависимых выборок)

Пары признаков	Значение t-критерия (t-value)	Вероятность ошибки (p)
H1R & H1L	6,365	0,0000
H2R & H2L	4,170	0,0004
H3R & H3L	1,041	0,3091
H4R & H4L	1,070	0,2933
H8R & H8L	3,726	0,0017
H7aR & H7aL	8,165	0,0000
U1R & U1L	3,319	0,0036
U2R & U2L	3,001	0,0060
U3R & U3L	2,066	0,0465
R1R & R1L	2,776	0,0101
R2R & R2L	2,924	0,0071
R4R & R4L	2,324	0,0253
F1R & F1L	-1,707	0,0989
F2R & F2L	-2,281	0,0301
F21R & F21L	2,075	0,0499
F20R & F20L	2,108	0,0437
F8R & F8L	-0,351	0,7270
T1aR & T1aL	-0,451	0,6549
T6R & T6L	-3,447	0,0020
T8aR & T8aL	0,121	0,9040
T9aR & T9aL	0,916	0,3646

Примечания. Полужирным шрифтом выделены величины, для которых вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы (p) $\leq 0,05$.

достоверно асимметричны поперечные размеры длинных костей (наибольшая ширина середины диафиза плечевой кости (H5), поперечный диаметр диафиза лучевой кости (R4), верхняя ширина диафиза бедренной кости (F9)), причем размеры рук больше справа, а бедренной кости – слева.

В женской части выборки всего 14 признаков из 40 оказались направлены асимметричными, причем, в отличие от мужской группы, длиннотные размеры костей ног и верхних конечностей оказались достоверно больше справа. Левосторонне направленных признаков всего 3, все они

Таблица 4. Статистический анализ направленности асимметрии остеометрических характеристик с нормальным распределением для женской части объединенной выборки Мамисондон (t-критерий Стьюдента для зависимых выборок)

Пары признаков	Значение t-критерия (t-value)	Вероятность ошибки (p)
H1R & H1L	3,49	0,006
H2R & H2L	4,00	0,002
H10R & H10L	0,49	0,635
H4R & H4L	0,00	1,000
H5R & H5L	2,26	0,034
H8R & H8L	1,10	0,301
H7R & H7L	1,07	0,296
H7aR & H7aL	2,09	0,049
U1R & U1L	2,62	0,021
U2R & U2L	2,50	0,026
U3R & U3L	2,05	0,055
R1R & R1L	3,24	0,005
R2R & R2L	3,71	0,002
F1R & F1L	2,65	0,018
F2R & F2L	1,66	0,118
F20R & F20L	2,40	0,028
F8R & F8L	-0,17	0,868
T1R & T1L	1,91	0,080
T1aR & T1aL	0,25	0,806
T3R & T3L	-1,03	0,326
T6R & T6L	-2,88	0,015
T8R & T8L	0,47	0,642
T9R & T9L	0,63	0,536
T8aR & T8aL	0,06	0,951
T10R & T10L	1,68	0,107
T10bR & T10bL	1,53	0,139

Примечания. Полужирным шрифтом выделены величины, для которых вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы (p) $\leq 0,05$.

относятся к нижним конечностям, что совпадает с выявленной у мужчин тенденцией. Достоверно левосторонними оказались оба поперечных диаметра диафиза бедренных костей (F7, F9), что фиксируется не только в исследуемой группе, но и в женских выборках скотоводческих популяций

Таблица 5. Статистический анализ направленности асимметрии остеометрических характеристик с ненормальным распределением для мужской части объединенной выборки Мамисондон (критерий Уилкоксона)

Пары признаков	Число сравниваемых пар	Статистические показатели		
		T (значение критерия)	Z (статистика критерия)	P (вероятность ошибки)
H10R & H10L	17	12,0	3,05	0,00
H9R & H9L	12	20,0	1,49	0,14
H5R & H5L	31	48,0	3,92	0,00
H6R & H6L	24	105,5	1,27	0,20
H7R & H7L	41	177,0	3,28	0,00
R5R & R5L	26	145,0	0,77	0,44
R3R & R3L	24	56,0	2,69	0,01
F18R & F18L	21	115,0	0,02	0,99
F19R & F19L	15	25,5	1,96	0,05
F6R & F6L	32	190,5	1,37	0,17
F7R & F7L	28	120,0	1,89	0,06
F9R & F9L	32	134,5	2,42	0,02
F10R & F10L	35	311,5	0,06	0,95
T1R & T1L	26	114,5	1,55	0,12
T3R & T3L	23	41,0	2,95	0,00
T8R & T8L	34	239,0	1,00	0,32
T9R & T9L	35	282,5	0,53	0,59
T10R & T10L	40	377,5	0,44	0,66
T10bR & T10bL	35	285,5	0,48	0,63

Примечания. Полу жирным шрифтом выделены величины, для которых вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы (p) $\leq 0,05$.

эпохи средней бронзы и скифского времени с территории Алтая [Тур, 2014], и ширина нижнего эпифиза большеберцовой кости (Т6). Правосторонней асимметрией, как и в мужской выборке, обладают длины костей рук, а также наибольшая длина бедренной кости, которая у мужчин продемонстрировала большую симметрию. В женской выборке длины большеберцовых костей, как и в мужской, остаются «нейтральными». Правосторонней асимметрией также характеризуются диаметры диафизов плечевых и бедренных костей (H5 и F6), что также совпадает с исследованиями С.С. Тур [Тур, 2014], а также окружность середины диафиза плечевой кости.

Те признаки, направленность асимметрии которых оказалась недостоверна по статистическим анализам, также асимметричны, но их асимметрия колеблется в пределах нулевых значений, при

этом график распределения признака нормальный и унимодальный, следовательно, это скорее флуктуирующая асимметрия. Большинство этих признаков (15 из 20 у мужчин) относятся к костям нижних конечностей: это наибольшая длина бедренной и обе длины большеберцовой, а также периметры и окружности обеих костей ног. Из размеров костей верхних конечностей асимметричными без выраженной направленности оказались размеры обоих эпифизов плечевой кости, наименьшая ширина середины диафиза плечевой кости и сагиттальный диаметр диафиза лучевых костей.

У женщин, по сравнению с мужчинами, имеется большее число признаков (26), которые не демонстрируют направленной асимметрии: из них 11 признаков относятся к костям верхних конечностей и 15 – к нижним.

Таблица 6. Статистический анализ направленности асимметрии остеометрических характеристик с ненормальным распределением для женской части объединенной выборки Мамисондон (критерий Уилкоксона)

Пары признаков	Число сравниваемых пар	Статистические показатели		
		T (значение критерия)	Z (статистика критерия)	P (вероятность ошибки)
H3R& H3L	7	3,5	1,77	0,076
H6R& H6L	15	29,0	1,76	0,078
H9R& H9L	9	18,0	0,53	0,594
R4R& R4L	13	32,5	0,91	0,364
R5R& R5L	10	15,0	1,27	0,203
R3R& R3L	18	46,5	1,70	0,089
F18R& F18L	13	42,0	0,24	0,807
F19R& F19L	14	48,0	0,28	0,778
F21R& F21L	7	4,0	1,69	0,091
F6R& F6L	17	32,5	2,08	0,037
F7R& F7L	19	32,5	2,52	0,012
F9R& F9L	19	39,0	2,25	0,024
F10R& F10L	16	46,5	1,11	0,266
T9aR& T9aL	8	8,5	1,33	0,183

Примечания. Полужирным шрифтом выделены величины, для которых вероятность ошибки при отклонении нулевой гипотезы ($p \leq 0,05$).

Обсуждение

Интерпретация полученных результатов затруднительна в связи с тем, что асимметрию в популяциях человека изучают в основном на размерах лица и зубов [Woolf, Gianas, 1977; Townsend, 1981; Брагина, Доброхотова, 1988; DeLeon, Richtsmeier, 2009; Thomas et al., 2015]. По остеометрическим данным подобные работы единичны. Тем не менее, сравнивая полученные нами результаты с имеющимися литературными данными, можно отметить следующие общие тенденции, выделенные всеми авторами.

Фиксируется направленная асимметрия для многих размеров костей конечностей, левосторонней асимметрии на костях рук практически не наблюдается, а для костей ног левосторонняя асимметрия чаще обнаруживается у мужчин, чем у женщин. Опираясь на то, что аналогичные измерения были проведены для коллекций костей куниц и лисиц [Властовский, 1960], можно предположить, что правосторонняя асимметрия костей рук не является только лишь следствием преимущественной праворукости населения, а вызвана какими-то

общими для млекопитающих процессами. Вероятно, праворукость усиливает правостороннюю асимметрию, но не является ее первопричиной, а это означает, что нужно с осторожностью подходить к интерпретации полученных данных, и, выделяя функциональную асимметрию как следствие преимущественного использования одной стороны тела, не забывая про морфологическую асимметрию, которая, по-видимому, является общей для млекопитающих. Еще одной общей тенденцией для работ с человеческими костями является наличие асимметрии размеров эпифизов длинных костей ног: эпифизы коленного сустава больше справа, что выявлено нами для мужской части выборки и наши результаты совпадают с исследованиями В.Г. Властовского [Властовский, 1960], Д.В. Пежемского [Пежемский, 2003] и С.С. Тур [Тур, 2014]. Дистальный эпифиз большеберцовой кости левосторонне асимметричен для обоих полов в группе Мамисондон, а также у других, исследованных по этому признаку человеческих популяций.

Не все, описанные нами, результаты идентичны в исследованиях разных авторов. Например,

ширина дистального эпифиза плечевой кости и ее поперечные диаметры в наших исследованиях и в работе Д.В. Пежемского [Пежемский, 2003] оказались флуктуирующе асимметричными, но в работе В.Г. Властовского [Властовский, 1960] эти размеры правосторонне асимметричны. Длины большеберцовых костей не проявляют направленной асимметрии во всех исследованиях, кроме серий, исследованных С.С. Тур [Тур, 2014]. Это свидетельствует о необходимости дальнейших исследований темы асимметрии в популяциях человека.

Заключение

Изучив асимметрию размеров длинных костей взрослой части выборки Мамисондон, мы обнаружили, что остеометрические размеры можно подразделить на два типа. Первый вариант характеризуется направленной асимметрией, подчиняющейся общебиологическим закономерностям. Большей частью, это длиннотные размеры костей конечностей и некоторые поперечные величины. Прослеживается направленная правосторонняя асимметрия для костей рук и левосторонняя – для костей ног, особенно выраженная в мужской группе. Второй вариант – флуктуирующая асимметрия. В этом случае наличие асимметрии признака подтверждается статистическими методами, но параметры не имеют выраженной направленности, при этом она отражает случайную изменчивость нормы реакции и характеризуется нормальным распределением разницы L-R вокруг нуля.

При сравнении наличия асимметрии в мужской и женской выборках серии Мамисондон, можно сказать, что женские костяки отличаются меньшим количеством остеологических признаков, имеющих направленную асимметрию. Это может быть связано как с равномерной физической нагрузкой для женщин изученной группы, так как функциональная асимметрия, при которой нагрузки ложатся симметрично на обе конечности, может маскировать морфологическую асимметрию, но и объясняться небольшой численностью выборки. Подобные особенности требуют дальнейшего изучения.

Библиография

Албегова З.Х., Вережинский-Бабаев Л.И. Раннесредневековый могильник Мамисондон. Результаты археологических исследований 2007–2008 гг. в зоне строительства водохранилищ. М.: Таус, 2010. (Серия: Материалы охранных археологических исследований.)

Алексеев В.П. Остеометрия: методика антропологических исследований. М., 1966.

Березина Н.Я. Особенности посткраниального скелета раннесредневекового населения Северной Осетии по материалам могильника Мамисондон // Известия Института антропологии МГУ (Электронное издание). Вып. 1. М., 2016. С. 134–146.

Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988.

Бужилова А.П. Изучение физиологического стресса у древнего населения по данным палеопатологии // Экологические аспекты палеоантропологических и археологических реконструкций / Под. ред. В.П. Алексеева, В.Н. Федосовой. М.: ИА РАН, 1992. С. 78–104.

Бужилова А.П. Древнее население: палеопатологические аспекты исследования. М.: ИА РАН, 1995.

Властовский В.Г. Об асимметрии скелета конечностей человека // Вопросы антропологии, 1960. Вып. 3. С. 3–11.

Гелашвили Д.Б., Якимов В.Н., Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки *Eumeces arguta* // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сборник научных трудов. Вып. 7. Тольятти, 2004. С. 45–59.

Гилляров М.С. О функциональном значении симметрии организмов // Зоологический журнал, 1944. Т. 23. № 5. С. 213–215.

Гуртяк А.А., Углев В.В. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора // Известия Томского политехнического университета. Науки о Земле, 2010. Т. 317. № 1. С. 200–204.

Захаров В.М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.

Медникова М.Б. Древние скотоводы Южной Сибири: Палеоэкологическая реконструкция по данным палеопатологии. М.: ИА РАН, 1995. С. 216.

Найнис И.В., Анусявичене О.-В.В. Некоторые анатомо-антропологические особенности костей предплечья // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии, 1984. Т. LXXXVI. № 3.

Пежемский Д.В. Остеологическая характеристика каласских ногатцев (морфология длинных костей скелета) // Материалы по изучению историко-культурного наследия Северного Кавказа. М., 2003. Т. 4. С. 83–92.

Прудникова А.С. Исследование флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков в антропологии: методические аспекты. Дисс. ... канд. биол. наук., М.: МГУ, 2012.

Рунова Е.М., Гнаткович П.С. Экологическая оценка рекреационных зон города Братска методом флуктуирующей асимметрии березы повислой // Фундаментальные исследования, 2013. №.11. Ч. 2. С. 223–227.

Тур С.С. Билатеральная асимметрия длинных костей конечностей у скотоводов Алтая эпохи бронзы и раннего железного века // Археология, этнография и антропология Евразии, 2014. № 3 (59). С. 141–156.

Batsevich V.A., Yasina O.V., Kobylansky E.D. Age-related skeletal changes in adult populations under various social and geographical conditions: An anthropo-ecological study

- // Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia, 2013. Vol. 41. N 4. P. 146–154.
- DeLeon V.B., Richtsmeier J.T. Fluctuating asymmetry and developmental instability in sagittal craniosynostosis // Cleft Palate–Craniofacial Journal, 2009 Vol. 46(2). P. 187–196.
- Gawlojowska-Skora A., Dabrowski P., Szczurowski J., Stanowski T. Analysis of interaction between nutritional and developmental instability in mediaeval population in Wrocław // Anthropological Review, 2013. Vol. 76(1). P. 51–62.
- Martin R. Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung. Jena, 1928. Bd. II.
- Palmer A.R. Fluctuating asymmetry analyses: A primer // Developmental Instability: Its Origins and Evolutionary Implications / (T. Markow, ed. Kluwer: Dordrecht. 1994. P. 335–364.
- Palmer A.R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry as a measure of developmental stability: implications of non-normal distributions and power of statistical tests // Acta Zoologica Fennica, 1992. Vol. 191. P. 57–72.
- Townsend G.C. Fluctuating asymmetry in the deciduous dentition of Australian aboriginals // Journal of Dental Research, 1981. Vol. 60. P. 1849–1857.
- Thomas F., Doyon J., Elguero E., Dujardin J-P., Brodeur J., Roucher C., Robert V., Misse, Raymond D.M., Trape J-F. Plasmodium infections and fluctuating asymmetry among children and teenagers from Senegal // Infection, Genetics and Evolution, 2015. Vol. 32. P. 97–101.
- Townsend G. Genetic and environmental influences on dentofacial structures and oral health studies of Australian twins and their families // Twin Research and Human Genetics, 2006. Vol. 9.N 6. P. 727–732.
- Woolf C.M., Gianas A.D. A study of fluctuating dermatoglyphic asymmetry in the sibs and the parents of cleft lip proposition // Am. J. Hum. Genet., 1977. Vol. 29. P. 503–507.

Контактная информация:

Березина Наталья Яковлевна: e-mail: berezina.natalia@gmail.com.

ANALYSIS OF THE INDICATORS OF THE BILATERAL ASYMMETRY OF LONG BONES OF THE EXTREMITIES IN THE EARLY MEDIEVAL POPULATION OF NORTH OSSETIA (BASED ON DATA FROM MAMISONDON CEMETERY)

N.Ya. Berezina

Lomonosov Moscow State University, Institute and Museum of Anthropology, Moscow

This article describes morphological features of the postcranial skeleton of an Early Medieval group from the territory of North Ossetia. 83 individuals of both sexes were studied using classical methods of osteometry. The coefficient of asymmetry in sizes on the right and left sides of the body was calculated. Trends in the severity and direction of the asymmetry is proven by statistical methods. Analysis of the data showed that the studied group possesses some features: there are group of sizes of the long bones of the extremities which shows a number of significantly asymmetric directional characteristics, and group of sizes, which are significantly asymmetric, but without obvious direction, i.e. having a fluctuating asymmetry. Comparison of directional asymmetry between men and women in intra-group analysis identified the least number of features with directional asymmetry in the female part of the series. The recorded changes reflect the functional and morphological nature of the asymmetry of the skeleton.

Keywords: *physical anthropology, adaptation, osteometry, asymmetry of morphological features of the postcranial skeleton, North Caucasus, Middle Ages*