



Биол. журн. Армении, 2 (66), 2014

ПОКАЗАТЕЛИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЗУБНОЙ СИСТЕМЫ В ПАЛЕОПОПУЛЯЦИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ

А.Ю. ХУДАВЕРДЯН¹, А.А. ЕНГИБАРЯН², Ш.А. ВАРДАНИЯН²,
З.А. КАРАЛЯН³, Р.Ш. МАТЕВОСЯН²

¹Институт археологии и этнографии НАН РА, ЕрГМУ²,
Институт молекулярной биологии НАН РА³
akhudaverdyan@mail.ru

Проблема асимметрии является одной из фундаментальных в современной биологии, она имеет глубокие эволюционные корни. Рассматриваются результаты анализа некоторых прямых и косвенных воздействий окружающей среды на палеопопуляции с территории Армении.

Армения – флуктуирующая асимметрия зубов – гипоплазия эмали – порочический гиперостоз (cribra orbitalia)

Ժամանակակից կենսաբանության մեջ անհամաչափության խնդիրը համարվում է կարևորագույն և առանցքային խնդիրներից մեկը և ունի էվոլյուցիոն խոր արմատներ: Քննարկվում են միջավայրի վրա տեղի ունեցած մի քանի ուղղակի եւ անուղղակի ազդեցության հետազոտության արդյունքները Հայաստանի տարածքի հնագույն մարդկային խմբերի վրա:

Հայաստան - տատանվող անհամաչափություն - Էմալի հիպոպլազիա - (cribra orbitalia)

Asymmetry is a fundamental aspect of the biology of all organisms, and has a deep evolutionary history. Asymmetry is the result of environmental or genetic disruptions of development processes. We consider the results of the analysis of some direct and indirect effects of the environment on the paleopopulations from the territory of Armenia.

Armenia – fluctuating asymmetry – enamel hypoplasia (cribra orbitalia)

Человек обладает билатеральной симметрией. Однако во время индивидуального развития на ранних его этапах, когда происходит закладка и формирование органов и тканей, обязательно формируется некоторая степень асимметрии парных органов и структур, правой и левой половин тела. Парные структуры практически не бывают строго симметричны. Различают асимметрию направленную и ненаправленную (или флуктуирующую). Если у большинства особей в популяции наблюдается превалирование какого-то размера с одной стороны (например, сила правой кисти практически во всех популяциях человека больше, чем левой, левое полушарие больше правого, зубы левых половин челюстей массивнее правых) [25], то говорят о направленной асимметрии. Эволюционная теория асимметриза-

ции организмов, мозга и парных органов была предложена Геодакяном в 1993 г. [2]. Асимметрия по оси “левое–правое” связана с асинхронной эволюцией сторон тела. По мнению исследователя при специализации парных органов новую функцию приобретает правый орган, а старую сохраняет левый [3].

В 1861 г. Брок обнаружил в головном мозге двигательный центр речи, лежащий у височной кости (сейчас эти зоны называют центрами Брока и центрами Вернике). Кроме того, ученый обратил внимание на то, что эти зоны более развиты в левом полушарии, и этому соответствует асимметрия черепной коробки в этой части. Akahane с соав. [11] исследовали морфометрические особенности нижневисочного сустава и установили возникновение асимметрии нижней челюсти и аномалии прикуса в зависимости от формы и размеров головы. По данным Богатырькова с соав. [1], асимметрия лица встречается лишь в 1,3-2% случаев, тогда как Farkas и Chung [17] обнаружили асимметрию у всех обследованных лиц.

Флуктуирующая асимметрия представляет собой ненаправленные колебания парных размеров, когда у разных особей одной популяции какие-то признаки больше с левой, а у других – с правой стороны тела. Флуктуирующая асимметрия также определяется как следствие несовершенства онтогенетических процессов [23] и является мерой стабильности протекания (developmental stability) развития у данной группы особей, т.е. считается, что этот показатель является свойством популяции, а не особи [5, 30, 22, 24, 26, 27]. Увеличение степени флуктуирующей асимметрии связывают с негативным воздействием экзогенных факторов на развитие организма. Выраженность такого типа асимметрии зависит от типа, интенсивности и длительности воздействия неблагоприятных факторов с одной стороны, а также от способности организма противостоять неблагоприятному воздействию, чтобы стабилизировать процесс развития, несмотря на воздействие извне [22]. Среди неблагоприятных факторов, повышающих флуктуирующую асимметрию, отмечают термический стресс и другие виды физического воздействия, большую плотность населения, плохое питание, высокую степень химического загрязнения среды такими элементами как никель, мышьяк. Флуктуирующая асимметрия может возрастать и при хромосомных аномалиях [22].

Учение об асимметрии зубов находится в самой начальной стадии активного изучения не только антропологами и биологами, но и медиками. Асимметрия размеров и структуры зубов человека, несомненно, имеется, она носит ненаправленный, флуктуирующий характер, связанный с колебаниями пенетрантности и экспрессивности генов в силу целого комплекса причин генетического характера [7]. Повышение асимметрии может быть вызвано также неблагоприятным воздействием окружающей среды (холод, высокая температура и др.), перенесенным в период формирования постоянных зубов [15, 18, 31]. Это воздействие мешает реализации в полной мере генетической программы [28]. Эксперименты с использованием животных подтверждают связь зубной асимметрии с экологическими факторами [12, 29]. Флуктуирующая асимметрия сильнее выражена у древних представителей гоминид [7]. Она более отчетливо проявляется в этнических группах с архаичным типом хозяйства (канадские эскимосы), что согласуется с выводом о связи этого феномена с тяжелыми условиями жизни.

Впервые, на основе краниологического материала продемонстрированы возможности анализа флуктуирующей асимметрии зубов в изучении фенотипических изменений в популяциях на территории Армении. Представляется весьма актуальным изучение распространения асимметрии зубов, установление факторов, определявших их динамику и связи с некоторыми показателями физиологического стресса. Анализируются следующие стресс-маркеры: *cribra orbitalia* и эмалевая ги-

поплазия. Поротический гиперостоз формируется в детском возрасте и чаще всего ассоциируется с железодефицитной анемией, которая развивается при хроническом течении инфекционных и паразитарных заболеваний [16]. Наличие эмалевой гипоплазии на зубах свидетельствует о резком стрессовом воздействии, испытанном индивидом в интервале от 6 мес. до 7 лет [13, 14]. Причины гипоплазии могут быть: недоедание, определенные заболевания, авитаминозы, дисбаланс в рационе питания, распространение воспалительного процесса от корня молочного зуба на зачаток постоянного и т.д.

Материал и методика. Специфика антропологического материала позволяет выявить эпохальную изменчивость стресс-маркеров на более высоком иерархическом уровне, нежели отдельные популяции, т.е. в качественно ином аспекте рассмотреть историческую динамику. Принцип организации палеоантропологического материала, положенный в основу данного исследования, заключается в использовании для диахронного сопоставления не только отдельных групп (табл. 1), но и усредненных характеристик (по эпохам) населения Армении на различных этапах от эпохи бронзы до античности. Речь идет о 16 одонтологических сериях (360 индивидов), представляющих в своей совокупности диахронный срез. Антропологический материал из рассматриваемых некрополей организован в три хронологические совокупности. Первая объединяет погребения, относящиеся к отдельным этапам эпохи бронзы (Ланджик, Капс /IV-III тыс. до н.э./, Лори Берд, Черная Крепость, Кети, Неркин Геташен /1400-1200 гг. до н.э./, Сарухан, Арцвакар /XI-IX/VIII вв. до н.э.). Вторая совокупность включает данные позднего периода эпохи железа (Ширакаван /IX-VI вв. до н.э./, Лори Берд I /VI-V вв. до н.э./). Третье объединение составляют антропологические материалы из могильников эпохи античности (Бениамин, Вардбах, Черная Крепость I, Карчапюр, Ширакаван I, Айкадзор /I в. до н.э. – III в. н.э./). Представленные материалы имеют ряд существенных недостатков: они разнохарактерны и представляют собой как единичные черепа из отдельных могильников, так и небольшие серии из могильников, которые в известной мере можно рассматривать в качестве отдельных популяций. Это говорит о нецелесообразности проведения статистических анализов для обработки данных. Задача данной работы установить общую тенденцию изменчивости по отдельным стресс-маркерам у древних жителей Армении.

Показатель уровня асимметрии определялся как отношение числа пар зубов с имеющимися между антимерами различиями по какому-либо признаку к общему числу пар [24]. Узоры коронки на нижних молярах были определены на нестертых зубах. Согласно «схеме Хелльмана», узоры коронки образуют три морфологических ряда: игрек (Y), плюс (+) и икс (X) [6]. «Y-ряд» – в центре коронки в контакте находятся основания метаконида и гипоконида (мезо-лингвального и дисто-вестибулярного бугорков). «+»-ряд – в центре коронки сходятся основания четырех главных бугорков – протоконида, метаконида и гипоконида, они образуют крестообразную фигуру. Для «X»-ряда характерен контакт оснований протоконида и энтоконида в центре коронки.

Фиксация *cribra orbitalia* производилась согласно принятой схеме балльной оценки: следы признака, признак выражен слабо и признак выражен резко. Фиксировалось пять типов проявления эмалевой гипоплазии: линейные горизонтальные бороздки, линейные вертикальные бороздки, линейные, горизонтально расположенные ямки, нелинейный порядок расположения ямок и следы ямок.

Результаты и обсуждение. Каждая популяционная группа имеет специфическую фенетическую структуру, что обусловлено разным качественным составом и различной встречаемостью анализируемых фенов. Изучая изменчивость билатеральных неметрических признаков зубной системы в 16 выборках, мы обнаружили значительное число различий между антимерами. Выделяются два элемента структуры, которые подвержены изменчивости: различие узоров и число бугорков. Наиболее часто встречается сочетание узоров «+» и «X» (у 21 индивидов), далее «+» и «Y» (у 18 индивидов) и «X» и «Y» (у 17 индивидов).

Таблица 1. Частоты флуктуирующей асимметрии зубов, *cribra orbitalia* и эмалевая гипоплазия в древних группах

Группы	Флуктуирующая асимметрия ФА, %	Criba orbitalia СА, %	Эмалевая гипоплазия ЭГ, %	Усредненные характеристики по эпохам		
				ФА	СА	ЭГ
		ЭПОХА БРОНЗЫ		23.0	38.5	34.9
Ланджик	40	80	50			
Капс	0	33.4	0			
Лори Берд	0	33.4	33.4			
Черная Крепость	23.1	53.9	61.6			
Кети	50	0	40			
Неркин Геташен	20.5	0	38.5			
Сарухан	0	63.7	0			
Арцавакар	50	42.9	55.6			
		ЭПОХА ЖЕЛЕЗА		28.6	42.7	40.4
Ширакаван	57.2	42.9	23.6			
Лори Берд I	0	42.5	57.2			
		ЭПОХА АНТИЧНОСТИ		30.1	49.3	24.3
Бениамин	60	28.95	7.4			
Вардбах	21.5	84.7	63.7			
Черная Крепость I	32.2	37.1	17.4			
Карчахпюр	66.7	0	0			
Ширакаван I	0	44.5	57.2			
Айкацзор	0	100	0			

В табл. 1 приводятся частоты стресс-маркеров в отдельных краниологических сериях и усредненных характеристик по эпохам. Межгрупповая изменчивость флуктуирующей асимметрии в отдельных популяционных группах с территории Армении выявляет крайние варианты (от 0 до 66.7%). Из сравнения приведенных групп следует, что в группах Неркин Геташен, Вардбах, Черная Крепость основные статистические характеристики маркера оказались наиболее низкими. А у погребенных из могильников Капс, Лори Берд, Лори Берд I, Сарухан, Айкацзор и Ширакаван I признак вовсе не встречается. Следует отметить концентрацию максимальных величин у индивидов из могильников Карчахпюр, Бениамин и Ширакаван (т.е. позднежелезного века и античности).

Рассмотрим динамику проявлений флуктуирующей асимметрии в строении нижних моляров в исторической последовательности.

В объединенной группе эпохи бронзы фен-маркер отмечен у 22.95% индивидов (табл. 1). В изучаемых выборках эпохи бронзы чаще встречается сочетание узоров «Х» и «У» (у 11 индивидов), далее «+» и «Х» (у 6 индивидов) и «+» и «У» (у 2 индивидов). Так, у двух субъектов различия имелись между узором правого и левого первого моляра (с левой стороны – «У», с правой – «+»), у 17 индивидов – между правыми и левыми вторыми молярами (у 9 индивидов отмечалось сочетание узоров «+» и «У», у 6 – «+» и «Х», у 2 – «Х» и «У»). В двух случаях асимметрия узора сопровождалась различиями по числу бугорков: на правом антимере – «Х»4, на левом – «У»5.

В эпоху бронзы частота встречаемости флуктуирующей асимметрии в суммарной группе наименьшая (22.95 %, табл. 1), по сравнению с погребенными из могильников эпох позднего железного века (28.6 %) и античности (30.1 %). Полученные данные свидетельствуют, что население эпохи бронзы меньше испытывало негативного воздействия окружающей среды.

В эпоху позднего железного века частота флуктуирующей асимметрии повышается (28.6%). Данный маркер стресса фиксируется только у погребенных из могильника Ширакаван. В данной выборке чаще встречается сочетание узоров «+» и «У» (у 3 индивидов), далее «Х» и «У» (у 2 индивидов) и «+» и «Х» (у 1 индивида). У двух субъектов наблюдаются различия между правыми и левыми первыми молярами по форме узора (с правой стороны – «У», с левой – «+»), у 5 индивидов

фиксируются различия на втором моляре (в двух случаях отмечалось сочетание узоров «X» и «Y», в одном – «+» и «Y», в одном – «+» и «X»). В одном случае асимметрия узора сопровождалась различием по числу бугорков: на правом антимере – «X»5, на левом – «Y»4.

В эпоху античности наблюдается повышение флуктуирующей асимметрии (30.1%) (табл. 1). В изучаемых выборках эпохи античности чаще встречается сочетание узоров «+» и «X» (у 14 индивидов), далее «X» и «Y» (у 13 индивидов), «+» и «Y» (у 4 индивидов). Так, у 12 субъектов различия имелись между узором правого и левого первого моляра (с левой стороны – «Y», с правой – «X») и у 19 индивидов – между правыми и левыми вторыми молярами (14 индивидов – «+» и «X», 4 – «+» и «Y», 1 – «X» и «Y»). В четырех случаях асимметрия узора сопровождалась различиями по числу бугорков: на первом антимере – «X»4, на левом – «Y»5.

Следует обратить внимание, что наблюдаются различия узоров в хронологических группах. Так, в эпоху бронзы чаще встречается сочетание узоров «X» и «Y» (далее «+» и «X», «+» и «Y»), в эпоху позднего железа – «+» и «Y» (далее «X» и «Y», «+» и «X»), а в античное время – «+» и «X» (далее «X» и «Y», «+» и «Y»). А в хронологическом плане частоты встречаемости флуктуирующей асимметрии зубной системы на территории Армении повышаются с эпохи железа.

Киммерийцы, саки, скифы, сарматы и другие племена с VIII в. до н.э. просачивались на Армянское нагорье [4]. Многие урартские, античные города и поселения были разрушены скифами или другими кочевыми племенами. Сведения об эпизодических инфильтрациях подобного рода содержатся в античных источниках, освещающих исторические события рассматриваемой эпохи [10]. Установление показателей стресса на уровне отдельных популяций на территории Армении имеет большое значение, поскольку помогает раскрыть механизмы тех или иных нарушений, возникающих у пришлого населения в период адаптации и дальнейшего пребывания в этих условиях. Возможно, население этих эпох некоторое время испытывало негативное воздействие, связанное с переселенческим стрессом [8, 19].

Рассмотрим хронологическую изменчивость эмалевой гипоплазии и *cribra orbitalia* в изученных группах. Эмалевая гипоплазия не зафиксирована у людей из могильников Капс [21], Сарухан [20] и Айкадзор, а *cribra orbitalia* – в группах Кети, Неркин Геташен, Карчахпюр [9]. Специфические изменения на верхней внутренней поверхности глазницы (*cribra orbitalia*) в суммарной группе эпохи бронзы наименьшая (38.5%) [9]. В дальнейшем частота данного маркера повышается в эпоху железа (42.7%) и античности (49.3%). Частота встречаемости эмалевой гипоплазии имеет тенденцию к повышению (эпоха бронзы 34.9%, поздний железный век 40.4%). Характерной особенностью представителей эпохи античности являются низкие показатели эмалевой гипоплазии (24.3%). Обратная направленность стрессовых показателей, возможно, свидетельствует о том, что флуктуирующая асимметрия зубной системы, поротический гиперостоз (*cribra orbitalia*) и гипоплазия эмали имеют разную природу развития. Возможно также, что воздействие отрицательных факторов окружающей среды (в виде асимметрии зубной системы, поротического гиперостоза и эмалевой гипоплазии) происходило на разных стадиях индивидуального развития человека. Интересно, что у погребенных из могильников Кети и Вардбах выявлена небольшая зависимость между асимметрией и гипоплазией эмали. В могильнике Вардбах у всех субъектов с асимметрией зубной системы была обнаружена гипоплазия эмали. При описании зубного ряда четырех индивидов из могильника Кети асимметрия и гипоплазия обнаружены у двух.

Полученные данные очерчивают круг серьезных проблем, связанных с влиянием экологических, социальных факторов на развитие человеческих популяций. Эти данные, помимо общего обогащения информации о скелетных сериях на терри-

территории Армении, могут быть полезны также при историко-экологических реконструкциях и представляют определенный интерес в плане выявления особенностей образа жизни конкретных популяций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богатырьков Д.В., Богатырьков М.В., Волчек Д.А. Пискунова Е.В., Оспанова Г.Б. Асимметрия лица. Диагностика и лечение. Клиническая стоматология, 2, 62-66, 2003.
2. Геодакян В.А. Асинхронная асимметрия. Журн. высшей нервной деятельности, 43, 3, 543-561, 1993.
3. Геодакян В.А. Эволюционные теории асимметризации организмов, мозга и тела. Успехи физиологических наук, 36, 1, 24-53, 2005.
4. Еремян С.Т. Нашествия киммерийских и скифских племен и борьба Урарту и Ассирии против кочевников. Историко-филологический журнал, 41, 2, 89-116, 1968.
5. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход), 213 с., М., 1987.
6. Зубов А.А. Методическое пособие по антропологическому анализу одонтологических материалов, 72 с. М., 2006.
7. Зубов А.А., Халдеева Н.И. Одонтология в современной антропологии, 232с., М., 1989.
8. Худавердян А.Ю. Реконструкция особенностей жизнедеятельности античного населения Армянского нагорья по данным антропологии. Вестник археологии, антропологии и этнографии, 19, 4, 91-105, 2012.
9. Худавердян А.Ю., Каралян З.А., Енгибарян А.А., Матевосян Р.Ш., Варданян Ш.А. Факторы внешней среды в образовании нозокомплексов у древнего населения Армении. Медицинская наука Армении, LIII, 4, с. 16-32, 2013.
10. Стратановский Г.А. Страбон. География в 17-ти книгах. 943с., М., 1964.
11. Akahane Y., Deguei T., Hunt N.P. Study of morphology of the temporomandibular joint in cases of in nute asymmetry of mandibulae. J. Orthodont, 28, 2, 19-28, 2001.
12. Bader R.S. Fluctuating asymmetry in the dentition of the house mouse. Growth, 29, 291-300, 1965.
13. Goodman A.H., Martin D.L., Armelagos G.J. Indications of stress from bone and teeth. In: Paleopathology at the Origin of Agriculture, 13-44, L.: Orlando: Academic Press, 1984.
14. Goodman A.H., Rose J.C. Assessment of systemic physiological pertrubation from dental enamel hypoplasias and associated histological structures. Yearbook of Physical Anthropology, 33, 59-110, 1990.
15. Harris E.F., Nweeia M.T. Dental asymmetry as a measure of environmental stress in the Ticuna Indians of Colombia. Am. J. Phys. Anthropol., 53, 133-142, 1980.
16. Hotz G. Cribra orbitalia, Schmelzhypoplasie und Lebenserwartung der 20 jährigen als sozial- und geschlechtsspezifische Stressindikatoren bezüglich der Gesundheitssituation einer frühmittelalterlichen Bevölkerung. Anthropol. Anz., 62, 291-299, 2004.
17. Farkas L.G., Chung G. Facial asymmetry in healthy North American Caucasians. Angle Orthodont., 51, 70-77, 1981.
18. Khalaf K., Elcock C., Smith R.N., Brook A.H. Fluctuating dental asymmetry of multiple crown variables measured by an image analysis system. Arch Oral Biol, 50, 249-253, 2005.
19. Khudaverdyan A.Yu. Pattern of disease in three 1st century BC – 3rd century AD burials from Beniamin, Vardbakh and the Black Fortress I, Shiraksky plateau (Armenia). Journal of Paleopathology, 22, 15-41, 2010.
20. Khudaverdyan A.Yu. The anthropology of infectious diseases of Bronze Age and Early Iron Age from Armenia. Dental Anthropology, 2, 2, 42-54, 2011.
21. Khudaverdyan A.Yu. Osteological analysis of human skeletal remains in Bronze Age from Armenian Highland. Archaeological Science Journal, 3, 1, 21-36, 2012.

22. *Klingenberg C.P.* Developmental instability as a research tool: using patterns of fluctuating asymmetry to infer the developmental origins of morphological integration. In: *Developmental Instability: Causes and Consequences*, 427-442,. New York: Oxford University Press, 2003.
23. *Ludwig W.* Das Rechts-Links Problem im Tierreich und beim Menschen. 496 p. Berlin, 1932.
24. *Mitton J.B.* Enzyme heterozygosity, metabolism, and developmental stability. *Genetica*, 89, 47-65, 1993.
25. *Muller A.P., Swaddle J.P.* Developmental stability and evolution. 304p. Oxford University Press, 1997.
26. *Palmer A.R.* Fluctuating asymmetry analyses: A primer. In.: *Developmental instability: its origins and evolutionary implications*, 335-364. Dordrecht, Netherlands: Kluwer, 1994.
27. *Parsons P.A.* Fluctuating asymmetry: a biological monitor of environmental and genomic stress. *Heredity*, 68, 4, 361-364, 1992.
28. *Scott G.R., Turner C.G.* The anthropology of modern human teeth: Dental morphology and its variation in recent human population. 382 p. Cambridge Univ. Press, 1997.
29. *Siegel M.I., Doyle W.J., Kelley C.* Heat stress, fluctuating asymmetry and prenatal selection in the laboratory rat. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 46, 121-126, 1977.
30. *Thoday J.M.* Homeostasis in a selection experiment. *Heredity*, 12, 401-415, 1958.
31. *Townsend G.C.* Fluctuating asymmetry in the deciduous dentition of Australian Aborigines. *J. Dent. Res.*, 60, 1849-1857, 1981.

Поступила 21.08.2013