

ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ПРИЗНАКОВ ЭМАЛЕВОЙ ГИПОПАЗИИ У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ КОНТРАСТНЫХ КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОН

Исследованы краниологические серии из фондов НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова и Музея антропологии и этнографии имени Петра Великого (Кунсткамера) РАН. Изучены зубы молочной и постоянной генерации у представителей современного населения трех климато-географических зон: умеренной, тропической и арктической.

Материалы и методы. *Общая численность выборки составила 895 индивидуумов, из них 415 мужчин, 428 женщин и 52 неполовозрелых индивидуума. Для анализа представителей умеренной зоны изучено 352 индивидуума, тропической – 99 индивидуумов и арктической – 444 индивидуума.*

Оценка частоты эпизодов стрессового воздействия в детском возрасте проведена путем анализа эмалево́й гипоплазии – индикатора остановки роста и развития эмали зуба вследствие физиологического стресса. Фиксация показателя проводилась по бальной оценке (наличию/отсутствию признака у индивидуума).

Результаты. *Установлено, что чаще признаки эмалево́й гипоплазии встречаются на зубах представителей арктического пояса (19,4%), у населения других ареалов обитания частота встречаемости признака ниже (6,8% – у представителей умеренного пояса и 10,1% – тропического пояса). Показатель встречаемости эмалево́й гипоплазии демонстрирует достоверные отличия арктической группы по сравнению с другими.*

При анализе полового диморфизма обнаружены статистически недостоверные различия: в группе из умеренной зоны признаки эмалево́й гипоплазии незначительно преобладают у женщин, в тропической и арктической группах – преимущественно у мужчин.

Получены данные по частоте распространения эмалево́й гипоплазии с учетом возраста смерти в исследованных группах. Достоверной прямой связи возраста смерти и наличия эмалево́й гипоплазии не обнаружено: жители тропиков демонстрируют высокие показатели у индивидуумов, умерших в детском и молодом возрасте, жители умеренного пояса – в молодом возрасте; у жителей арктической зоны наибольшее число эмалево́й гипоплазии отмечено на зубах людей зрелого возраста и показатель фиксируется даже у пожилых. Выдвинуто предположение, что стрессы детского возраста качественно отличаются в разных географических зонах. Если в тропической они приводят к ранней смертности, то в арктической – не влияют на снижение продолжительности жизни.

Заключение. *Полученные результаты отвечают известной дискуссии о т.н. остеологическом парадоксе, когда завышение индикаторов физиологического стресса при «благополучных» демографических показателях может указывать на высокую степень стрессоустойчивости группы.*

Ключевые слова: *палеоантропология; одонтология; палеопатология; онтогенез; адаптация; физиологический стресс*

Введение

Существует ряд признаков, позволяющих изучать последствия негативных факторов среды, воздействующих на организм человека в ходе его роста и развития. Одним из таких индикаторов стресса является эмалевая гипоплазия (ЭГ) – неравное формирование эмали в виде пятен, линий и борозд [Бужилова, 1995; Goodman, Armelagos, 1985]. Вмятины считаются самым частым вариантом проявления эмалевой гипоплазии [Проняева, Косырева, 2010; Krenz, 1994; Slyton et al., 2001].

Возникновение эмалевой гипоплазии ассоциировано с нарушением функционирования эмалиобластов, которые формируют основную часть эмали коронки [Царинский, 2008; Scott, Turner, 1988]. Процесс формирования эмали включает две стадии: образование органической основы эмалевых призм – матрицы эмали и их первичное обызвествление, созревание эмали, окончательное обызвествление эмалевых призм. Нарушение формирования эмалевой матрицы приводит к дефектам эмали. Клетки, которые практически завершили свое развитие, затвердевают раньше остальных – это ведет к формированию гипопластических дефектов. Между эмалевыми призмами, состоящими из кристаллов гидроксиапатита, располагается склеивающее межпризменное вещество. Сверху эмаль покрыта кутикулой – слоем редуцированных клеток зубного зачатка, она довольно быстро разрушается. Этиологическим фактором ЭГ считают недостаточную или замедленную функцию одонтобластов, которая возникает в связи с нарушением обмена во всем организме или в результате нарушения обмена в отдельных фолликулах.

Как правило, эмалевая гипоплазия отражает последствия стрессов значительных по силе и продолжительности, которые происходят на ранних этапах постнатального онтогенеза человека. Причиной эмалевой гипоплазии могут быть различные негативные факторы, например, низкое качество питьевой воды, приводящее к инфекциям [Проняева, Косырева, 2010]; глистные инвазии [Verbesque, Hoover, 2018], общие отравления широкого спектра причин [Худавердян, 2014; Anjun et al., 2012; Bossu et al., 2007; Vishwas, 2012], болезни почек, различные заболевания желудочно-кишечного тракта во время беременности матери [Проняева, Косырева, 2010].

Чаще всего гипоплазия возникает на зубах переднего ряда: резцах и клыках, особенно сильно поражаются центральные резцы верхней челюсти, первые премоляры обеих челюстей и клыки нижней челюсти [Goodman, Armelagos, 1985; Temple et al., 2014]. Если признаки ЭГ фиксируются на

нетипичных зубах, можно сделать предположение, что индивид перенес значительный по силе стресс [Gawlojowska-Skora et al., 2013]. По данным одних исследователей, ЭГ чаще возникает на зубах нижней челюсти [Krenz, 1994; Krenz-Niedbala, 2001]. По мнению других, эмалевая гипоплазия чаще фиксируется на зубах верхней челюсти [Temple et al., 2012, 2014].

Поскольку обызвествление коронки начинается с жевательной части, постепенно образуя полость зуба и его корни, то самые ранние эпизоды формирования ЭГ возникают на верхней части коронки, близкой к режущему краю, более поздние – на средней части зуба, и завершающие эпизоды формирования ЭГ фиксируются ближе к пришеечной части. По мнению исследователей, эмалевая гипоплазия на передних зубах постоянной формации указывает на возможные периоды стресса в возрасте от 1 года до 6 лет, а на коренных зубах – в интервале от 1 года до 3 лет, периода формирования коронки в теле челюсти. Максимальная частота встречаемости ранних стрессов, улавливаемых по появлению ЭГ, происходит в 2–4 года [Coruccinni et al., 1985; Scott, Turner, 1988; Verbesque, Hoover, 2018]. По данным некоторых исследователей намечается «бимодальность» пиков появления ЭГ. Так, для нескольких исторических групп наиболее распространенными являются возрастные интервалы 1,5–2,5 года и 3–4,5 лет [Moggi-Cecchi et al., 1994]. Исследователи объясняют этот факт различиями в традициях грудного вскармливания детей: в одних популяциях детей отрывают от груди в возрасте 1–1,5 года, в других – позже.

До сих пор сохраняется противоречие в результатах, какой пол более подвержен образованию эмалевой гипоплазии. По данным одних исследователей ЭГ превалирует у женщин, по другим – у мужчин; но есть работы, которые показывают, что различия по полу не наблюдается [Infante, Gillespe, 1974; Goodman, Armelagos, 1985]. Отсутствие определенной тенденции может быть связано в числе прочих причин с различиями в культурных традициях ухода за детьми: где-то принято больше внимания уделять уходу за мальчиками, в ущерб девочкам, где-то таких регламентов не существует [Бужилова, Медникова, 1995; Miskiewicz, 2012].

Кроме того, важно принимать в расчет генетическую детерминацию к способности образования этого дефекта на эмали коронки. Ген, ответственный за возникновение эмалевой гипоплазии, локализован в X-хромосоме. Гетерозиготная мать может передать данный признак половине сыновей и половине дочерей. Отец с таким «меченым» геном передает эту склонность всем дочерям, а

сыновья при этом не пострадают. Есть предположение, что, по причине того, что у женщин две X-хромосомы, недефектный ген, расположенный в одной из них, будет контролировать нормализацию функции работы амелобластов и немного смягчит тот урон, который причиняет ген, формирующий ЭГ [Guatelli-Steinberg, Lukacs, 1999].

Показатель эмалевой гипоплазии может быть использован как индикатор среды в которой рос и развивался индивидуум. Предполагается, что одним из провоцирующих факторов увеличения показателя ЭГ могут быть экстремальные условия среды обитания [Бужилова, 2005]. Как писал В.П. Алексеев [Алексеев, 1993], изменчивость целого ряда антропологических и физиологических признаков зависит от климата в широком смысле слова, несмотря на то, что среда жизни человека отличается от среды жизни животных, благодаря сформированному в ходе эволюции механизмам социального буфера (от негативных факторов среды). Важно отметить, что по данным антропологов факторами формообразования структурных элементов человеческого тела и их соотношениях могут быть особенности температурного режима, геохимической провинции, геоморфологии места обитания, пищевого режима и др. Неопровержимым доказательством влияния среды на формирование морфофизиологических вариантов человеческих популяций является теория адаптивных типов, разработанная Т.И. Алексеевой [Алексеева, 1977, 1986].

Целью данного исследования является оценка частоты встречаемости эмалевой гипоплазии в различных половозрастных группах на примере индивидуумов, проживавших в контрастных климато-географических зонах (тропической, умеренной и арктической) преимущественно в XVIII–XIX вв. В связи с поставленной целью была оценена частота встречаемости этого признака с учетом места проживания, пола и возраста индивидуумов.

Материалы и методы

Были проанализированы краниологические серии представителей трех климато-географических зон. Материалом для работы послужили коллекции черепов из фондов, хранящихся в НИИ и Музее антропологии им. Д.Н. Анучина МГУ [Алексеева с соавт., 1986] и Музея антропологии и этнографии имени Петра Великого (Кунсткамера) РАН (МАЭ РАН) (табл. 1).

Для определения пола и биологического возраста использованы стандартные методики [Алексеев, Дебеч, 1964]. Всего изучено 19 серий общей

численностью 895 черепов, из них 415 мужских (46,4%), 428 женских (47,8%) и 52 черепа неполовозрелых индивидуумов (5,8%).

Для анализа представителей умеренной зоны изучено 352 индивидуума, из них 173 мужчины (49,2%), 175 женщин (49,7%), а также 4 неполовозрелых индивидуума (1,1%). Для анализа представителей тропической зоны изучено 99 индивидуумов, из них 63 мужчины (63,6%), 28 женщин (28,3%), 8 неполовозрелых индивидов (8,1%). Для анализа представителей арктической зоны изучено 444 индивидуума, из них 179 мужчин (40,3%), 225 женщин (50,7%) и 40 неполовозрелых индивидуумов (9%).

Для оценки проявления эмалевой гипоплазии проводилось исследование каждого зуба постоянной и молочной генерации на предмет наличия (1 балл) или отсутствия (0 балл) признаков ЭГ [Бужилова, 1995; 1998]. Признаки эмалевой гипоплазии фиксировались визуально, в некоторых случаях применялась лупа с 10-кратным увеличением (рис. 1).

Формирование базы данных и статистическая обработка с применением методов описательной статистики проводились в пакете программ EXCEL 2007 и STATISTICA 8.

Результаты

Немногочисленные данные, полученные по анализу молочных зубов в обобщенной серии, показали, что эмалевая гипоплазия на них отсутствует. На зубах постоянной генерации в 120 случаях были обнаружены дефекты эмали, что составило 13,4% от общего числа исследованных.

С учетом места обитания индивидуумов, максимальная частота встречаемости эмалевой гипоплазии зафиксирована в группе, обитавшей в арктической зоне (19,4%), в меньшей мере эта величина отмечена в серии тропической климато-географической зоны (10,1%), и минимальная величина – у представителей умеренной зоны (табл. 2). Обнаруженные различия по t-критерию достоверны для арктической и тропической групп (с расчетом $F=1,706342$, $p=0,001599$), а также для арктической и умеренной (с расчетом $F=2,456742$, $p=0,000000$), но не достоверны для умеренной и тропической группы (с расчетом $F=1,439771$, $p=0,018366$).

В группе из умеренной зоны признаки эмалевой гипоплазии незначительно преобладают у женщин, а не у мужчин; в тропической и арктической группах ЭГ встречается преимущественно у мужчин (табл. 2). Обнаруженные различия по t-критерию

Таблица 1. Перечень исследованных краниологических серий
Table 1. List of studied craniological series

Серия / место хранения	Место, время раскопок, автор / датировка материалов	Количество исследованных черепов
Умеренная климатическая зона, фонды НИИ и Музея антропологии МГУ		
1. Русские	Московская область, Одинцовский район, д. Козино, 2007-2008 гг., Н.Д.Двуреченская. XVIII-XVIII вв.	110
2. Удмурты Можга	Удмуртская АССР, Можгинский район, с. Можга, 1956 г., М.С.Акимова. XVI-XVIII вв.	46
3. Мари горные	Марийская АССР, п.Сундырь, 1963 г., М.С.Акимова. XVIII-XIX вв.	45
4. Удмурты Бурино	Удмуртская АССР, Базезинский район, с. Бурино. 1958 г., М.С.Акимова. XVI-XVIII вв.	42
5. Мордва-эрзя	Мордовская АССР, Кочкуровский район, с.Новая Пырма, 1951 г., М.С. Акимова. XVIII-XIX вв.	42
6.Чуваши Татмыш-Югелево	Чувашская АССР, д. Татмыш-Югелево, 1950 г., М.С. Акимова. XVII-XVIII вв.	37
7.Чуваши Катергино	Чувашская АССР, Козловский район, д. Катергино, 1949 г., М.С. Акимова. XVII-XVIII вв.	30
Тропическая климатическая зона, фонды Музея антропологии и этнографии (Кунсткамера) РАН		
8. Сборная серия из Африки и Австралии	Собрание из разных регионов Африки и Австралии, фонды XIX в.	99
Арктическая климатическая зона, фонды НИИ и Музея антропологии МГУ		
9. Ханты	Обдорск, близ р. Обь, 1909 г., Д.Т.Янович. XVIII-XIX вв.; Западно-Сибирский край, Каинский округ, п. Агурманка, 1930 г., Г.Ф.Дебец. XVIII-XIX вв.	162
10. Эскимосы Эквен	Магаданская область, Чукотский район, могильник Эквен, 1961-1967 гг. Д.А. Сергеев. I тыс. н.э.	112
11. Эскимосы Наукан	Магаданская область, Чукотский район, могильник Наукан, 1971 г., В.П. Алексеев. XVIII-XIX вв.	79
12.Чукчи Уэлен	Магаданская область, Чукотский район, могильник Уэлен, 1971 г., В.П. Алексеев. XVIII-XIX вв.	26
13.Чукчи Анадырь	Чукотский полуостров, низовье реки Анадырь, Н.Л. Гондатти. XIX в	22
14. Манси	Нижний Тагил, левый приток Оби, Шеку-Пауля, могильники Сосьва и Сычва, 1886 г., Н.Л. Гондатти. XVIII-XIX вв.	20
15. Эвенки	Северное Прибайкалье, река Томпа, могильники Дагары, Горемыка, 1927 г., Я.Я. Рогинский, М.Г. Левин. XIX в. Северное Прибайкалье, река Томпа, могильники Дагары, Горемыка 1948 г., Г.Ф. Дебец. XIX в.	12
16. Якуты	Якутия, Олекминск, 1889, М.Овчинников. XIX в. Якутия, Средне-Вилуйский улус, 1876-1878 гг., 1897 г., В.И. Йохельсон. XIX в.	4
17.Эскимосы Аляски	Полуостров Аляска, близ Мамтрелиха, р. Кусоквим, 1936 г., Г.В. Гордон. XIX в.	3
18. Ненцы	Архангельская губерния, тундра Коровий перелесок близ Семжи, 1877 г., Н.Ю. Зограф. XIX в.	2
19. Юкагиры	Магаданская обл., р. Коркодон, правый приток р.Колымы, 1930-ые гг., Е.Н. Калиновская. XIX в.	2
Всего: 19 серий		895 черепов



Рисунок 1. Эмалевая гипоплазия на клыке и внешнем резце нижней челюсти. Серия эскимосы Эквен. Мужчина. КО № 376/244

Figure 1. Enamel hypoplasia on the canine and external incisor of the lower jaw. A series of Eskimo (Inuits) Ekven. Male. KO #376/244

Таблица 2. Частота встречаемости эмалевой гипоплазии в исследованных группах
Table 2. The frequency of enamel hypoplasia in the studied groups

Зона	Общая выборка n/N, – %	Мужчины n/N, – %	Женщины n/N, – %
Умеренная	24/352 – 6,8%	10/173 – 5,8%	14/175 – 8,0%
Тропики	10/99 – 10,1%	7/63 – 11,1%	1/28 – 3,6%
Арктика	86/444 – 19,4%	43/179 – 24,0%	43/225 – 19,1%

статистически не достоверны (соответственно для каждой группы с расчетом $F=1,351306$, $p=0,048550$; $F=2,810036$, $p=0,004190$; $F=1,182021$, $p=0,236154$). Тем не менее, опираясь на выявленную тенденцию, можно предположить, что тропическая и арктическая группы испытали больше стрессов в детском возрасте, чем группа из умеренного пояса, и это давление факторов сказалось в т.ч. на величине полового диморфизма с очевидным преобладанием признака у мужчин. В пользу предположения о высоком давлении негативных факторов среды в тропической и арктической зонах говорит и тенденция преобладания в этих же группах еще одного индикатора стресса – *cribra orbitalia*, признака хронической анемии вследствие широкого спектра причин. Причем в тропической группе *cribra orbitalia* заметно преобладает по сравнению с другими выборками (рис. 2).

Таким образом, опираясь на исследованный материал можно выдвинуть предположение, что тропическая и арктическая зоны обитания способствуют большему развитию физиологического стресса по сравнению с ареалом обитания в умеренном

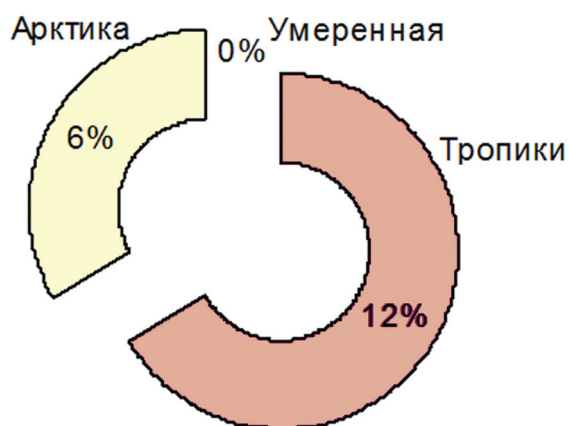


Рисунок 2. Распространение индикатора стресса – *cribra orbitalia*, признака хронической анемии в исследованных группах, %
Figure 2. Distribution of stress indicator – *cribra orbitalia*, a marker of chronic anemia in the studied groups, %

Таблица 3 . Частота встречаемости эмалевой гипоплазии в исследованных группах с учетом возраста
Table 3. The frequency of enamel hypoplasia in the studied groups, considering age

Зона	Infantilis–Juvenis n/N, – %	Adultus n/N, – %	Maturus n/N, – %	Senilis n/N, – %
Умеренная	0/6 – 0%	20/202 – 9,9%	4/129 – 3,1%	0/15 – 0%
Тропики	2/11 – 27,3%	7/54 – 13,0%	0/22 – 0%	0/12 – 0%
Арктика	0/72 – 0%	42/216 – 19,4%	36/124 – 29,0%	8/32 – 26,0%

климато-географическом поясе. Не исключено, что пережив бóльший стресс в детстве, эти индивидуумы жили относительно меньше по сравнению с теми, у кого стресс был незначительный. Проверить такое предположение можно оценив распространение эмалевой гипоплазии с учетом возраста смерти в исследованных группах.

Жители тропиков демонстрируют наличие эмалевой гипоплазии у индивидуумов, умерших в детском и подростковом возрасте, а также в молодом возрасте (*Adultus*). У жителей умеренного пояса ЭГ отмечается чаще всего у индивидуумов, умерших в молодом возрасте (*Adultus*), и в незначительной степени в возрасте *Maturus* (табл. 3). Однако у жителей арктической зоны наибольшее число ЭГ отмечено на зубах людей возраста *Maturus* и отмечается даже у людей старшего возраста (*Senilis*). Следовательно, прямой связи возраста смерти и наличия эмалевой гипоплазии на примере трех климатических групп обнаружить не представляется возможным. Вероятно, эмалева гипоплазия маркирует разные по природе и силе воздействия стрессы у представителей разных регионов обитания. У жителей тропиков они, вероятно, наиболее значительные по сравнению с жителями других климато-географических зон.

С учетом полученных результатов (данных о частоте встречаемости эмалевой гипоплазии в разных климато-географических группах, распределения показателя ЭГ по полу, и сведений о продолжительности жизни индивидуумов с наличием ЭГ), можно предположить, что жители тропического и арктического поясов на ранних этапах постнатального онтогенеза испытывали разный по силе воздействия стресс. Для жителей тропиков он приводил к ранней смертности, и, нередко, такие дети страдали еще и хронической анемией; жители Арктики, перенося эпизодические стрессы в детском возрасте, включая случайные эпизоды анемии, доживали до старческого возраста, так как эти стрессы не способствовали снижению продолжительности жизни.

Обсуждение

Частота встречаемости эмалевой гипоплазии, вычисленная на примере населения трех контрастных климато-географических групп, демонстрирует достоверные отличия значений в арктической группе по сравнению с группами из умеренного и тропического пояса. По данным других исследователей частота встречаемости ЭГ в арктических группах колеблется в широком интервале от 6,9 до 38,1% [Guatelli-Steinberg et al., 2004; Dabbs, 2011; Temple et al., 2013]. Полученные нами данные вполне укладываются в обозначенный интервал, тяготея к бóльшим значениям. Опираясь не только на полученные результаты, но и на более полные комплексные исследования, посвященные оценке адаптации эскимосов Аляски, важно отметить, что, несмотря на относительно высокие показатели эмалевой гипоплазии, жители этого региона показывают положительную адаптацию к суровым условиям жизни, демонстрируя неплохие показатели здоровья и продолжительности жизни по сравнению с аборигенами более «комфортных» географических широт [Dabbs, 2011]. Это заключение позволяет нам понять, почему у жителей арктического пояса мы зафиксировали эмалевою гипоплазию в старших возрастных группах *Maturus-Senilis*, а не только у индивидуумов, погибших в молодом возрасте, как это фиксируется на примере жителей других регионов.

Полученные результаты вполне отвечают известной дискуссии о т.н. остеологическом парадоксе, когда завышение индикаторов физиологического стресса при «благополучных» демографических показателях может указывать на высокую стрессо-устойчивость группы [Wood et al., 1992]. Согласно теории Г. Селье об общем адаптационном синдроме, популяции с высоким уровнем индикаторов физиологического стресса могут демонстрировать не только вариант дизадаптации, но и вариант специфической адаптации – т.н. переход в измененное состояние физиологических реакций, которые присущи индивидуумам с хроническими патологиями [Давыдовский, 1969; Авцын с соавт., 1985; Goodman et al., 1984].

Сопоставление литературных данных по частоте встречаемости эмалевой гипоплазии в умеренных широтах показывает большое разнообразие величин. С одной стороны, показатели варьируют в сходных пределах, обозначенных в нашей работе, не превышая случайных значений 6–8% [Simalcsick et al., 2008]. С другой стороны, отмечены случаи максимальных значений частоты эмалевой гипоплазии, которые указывают на очевидное неблагоприятное исследование групп. Так, в чешской выборке (могилики Великая Моравия) частота встречаемости эмалевой гипоплазии достигает 71,2% [Trefny, Veleminsky, 2008]. Вероятно, в таких случаях следует проводить специальные исследования, нацеленные на уточнение спектра негативных факторов, способствующих увеличению числа стрессов в ходе роста и развития организма.

По нашим данным, жители тропиков демонстрируют средние значения уровня стресса по сравнению с жителями арктических и умеренных широт, и этот показатель превалирует в мужской выборке; кроме того, индивидуумы с признаками ЭГ не доживают до зрелого возраста, умирая в детском и юном возрасте. Полученные данные говорят о значительной силе стрессов, повлиявших на рост и развитие жителей тропиков, что дополнительно находит подтверждение на примере распространения еще одного индикатора стресса – *cribra orbitalia*.

На примере обитателей тропиков (и арктической зоны) можно поднять вопрос о проявлении полового диморфизма при увеличении давления средовых факторов в период роста и развития. Есть предположение, что мужской организм на ранней стадии онтогенеза более уязвим, и именно поэтому на зубах мужчин чаще фиксируются признаки эмалевой гипоплазии. С другой стороны, низкий уровень эмалевой гипоплазии у женщин может иметь генетическую основу: наличие двух X-хромосом делает организм более симметричным и более устойчивым к влиянию стресса [Guatelli-Steinberg, Lukacs, 1999]. Еще одна гипотеза, объясняющая половой диморфизм, связана с условиями питания [Gillespie, 1974]. При рождении мальчики имеют больший вес, больший процент мышечной массы по сравнению с жировой, следовательно, им необходим больший объем питательных веществ по сравнению с девочками. Таким образом, недостаточное питание в детском возрасте может повлиять на увеличение частоты признака у мальчиков. Однако на примере жителей тропиков, среда оказывает более сильное воздействие, влияя не только на половой диморфизм, но и на продолжительность жизни.

Как было показано, в тропическом регионе индивидуумы с признаками эмалевой гипоплазии не доживают до возраста *Maturus* и тем более, *Senilis*, погибая в более раннем возрасте. Не исключено, что в тропических широтах стрессы детского возраста более значительны по воздействию, чем в Арктике, где такой связи ЭГ с возрастом смерти не отмечено.

По литературным данным уровень частоты встречаемости эмалевой гипоплазии в тропических широтах варьирует в пределах 10–35% [Enwonwu, 1973; Pascoe, Seow, 1994; Littleton, Townsend, 2005; Fujita, 2014]. При обсуждении причин наличия эмалевой гипоплазии у жителей тропиков важно обратить внимание на данные, полученные при анализе эпохальной изменчивости этого признака у аборигенов Австралии (изучены слепки зубов 446 человек по материалам исследований нескольких поколений местного населения, проведенных университетом Аделаиды) [Littleton, Townsend, 2005]. При сопоставлении уровня ЭГ в когортах 1890–1929 годов рождения с когортами вплоть до 1955–1960 годов рождения наблюдается превышения показателя в 5 раз у молодых поколений аборигенов. Старшие поколения демонстрируют уровень эмалевой гипоплазии около 10%, что сопоставимо с данными по доколониальному периоду, а завышенные показатели ЭГ у поколения 1950-х годов на фоне снижения средней продолжительности жизни и увеличения смертности в детском возрасте отражают негативную среду обитания. Авторы исследования считают, что ухудшение показателей ЭГ связано с изменением традиционного образа жизни аборигенов. Переход на оседлость провоцирует увеличение рисков заболеваний желудочно-кишечного тракта, респираторных и других расстройств. По наблюдениям исследователей в детских выборках отмечаются увеличение числа инфекций, нарушение режима грудного вскармливания и другие отклонения от нормальных условий роста и развития. Важен вывод авторов о том, что, исследуя взрослое население на предмет присутствия эмалевой гипоплазии и учитывая возраст смертности в популяции, можно понять, насколько сильны были негативные факторы среды, снижающие общий биологический потенциал группы.

Опираясь на полученные данные, мы приходим к заключению о необходимости комплексного подхода к анализу индикаторов стресса в период роста и развития человеческого организма. Прямая оценка только уровня показателя может быть не информативна. На примере исследования частоты встречаемости эмалевой гипоплазии становится понятным насколько важно учитывать

влияние не только природных факторов среды, но и социальных, которые могут существенно изменить условия роста и развития организма в постнатальном онтогенезе.

Выводы

1. Частота встречаемости эмалевой гипоплазии демонстрирует достоверные завышения значений в арктической группе по сравнению с группами из умеренного и тропического пояса.
2. Индивидуумы из умеренных и тропических широт с признаками эмалевой гипоплазии умирают в детском и юном возрасте, а представители арктического ареала такой связи возраста смерти и наличия эмалевой гипоплазии не обнаруживают. Возможно, стрессы детского возраста успешно преодолеваются арктическими аборигенами.
3. По нашим данным, в тропической и арктической группах эмалевая гипоплазия встречается преимущественно у мужчин, а в умеренной – у женщин. В тропической и арктической преобладает еще и индикатор хронической анемии – *cribra orbitalia*.
4. Выделяется группа тропического пояса, у которой отмечен одновременно половой диморфизм по показателю эмалевой гипоплазии, снижение продолжительности жизни за счет смертности в детском и юном возрасте индивидуумов с признаками эмалевой гипоплазии, и наличие показателя хронической анемии, что вкуче указывает на значительное влияние негативных стрессов в ходе роста и развития у представителей этого региона.

Благодарности

Авторы исследования приносят искреннюю благодарность заведующему отделом антропологии МАЭ РАН В.И. Хартановичу и хранителю антропологических коллекций МАЭ РАН В.И. Селезневой за возможность исследовать краниологическую серию из Африки и Австралии. Работа частично выполнена в рамках проекта РФФИ № 17-29-04125 офи-м.

Библиография

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985. 416 с.
- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука, 1964. 128 с.
- Алексеев В.П. Очерки экологии человека. М.: Наука, 1993. 191 с.
- Алексеева Т.И. Географическая среда и биология человека. М.: Мысль, 1977. 302 с.
- Алексеева Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека. М.: МГУ, 1986. 216 с.
- Алексеева Т.И., С.Г. Ефимова, Р.Б. Эренбург. Краниологические и остеологические коллекции Института и Музея антропологии МГУ. М.: Издательство Московского университета, 1986, 224 с.
- Бужилова А.П. Древнее население (палеопатологические аспекты исследования). М.: ИА РАН-РГНФ, 1995. 198 с.
- Бужилова А.П. Палеопатология в биоархеологических реконструкциях // Историческая экология человека. Методика биологических исследований. М.: Старый Сад, 1998. С. 87-147.
- Бужилова А.П. Homo sapiens. История болезни. М.: Языки славянской культуры, 2005. 320 с.
- Бужилова А.П., Медникова М.Б. Реконструкция некоторых особенностей образа жизни древнего населения Восточного Приаралья по антропологическим материалам могильника Косасар-2 // Низовья Сырдарьи в древности. Джетыясарская культура. Т. 5. М.: ИЭА РАН, 1995. С. 229-239.
- Давыдовский И.В. Общая патология человека. М.: Медицина, 1969. 612 с.
- Проняева А.И., Косырева Т.Ф. Взаимосвязь качества питьевой воды в зоне проживания детей с некариозными поражениями эмали зубов г. Долгопрудный // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина, 2010. С. 410-414.
- Худавердян А.Ю., Енгибарян А.А., Варданян Ш.А., Каралян З.А., Матевосян Р.Ш. Показатели флуктуирующей асимметрии зубной системы в палеопопуляциях на территории Армении // Биологический журнал Армении, 2014. Вып. 2. № 66. С. 12-18.
- Царинский М.М. Терапевтическая стоматология Учебник для студентов стоматологических факультетов, врачей-интернов и практических врачей. Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. 508 с.
- Сведения об авторах**
 Бужилова Александра Петровна, д.и.н;
 ORCID ID: 0000-0001-6398-2177; e-mail: albu_pa@mail.ru;
 Карасева Ника Михайловна, nikaraseva@mail.ru.

Buzhilova A.P., Karaseva N.M.

*Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology,
Mochovaya st., 11, Moscow, 125009, Russia*

THE FREQUENCY OF ENAMEL HYPOPLASIA IN GROUPS FROM CONTRASTING CLIMATIC-GEOGRAPHICAL ZONES

The craniological series from the funds of the Research Institute and the Museum of Anthropology of the Moscow State University and Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (the *Kunstkamera*) of the Russian Academy of Sciences were studied. Deciduous and permanent teeth have been studied in the series of the modern population of three climatic-geographical zones: temperate, tropical, and arctic.

Materials and methods. The total sample size is 895 individuals, 415 men, 428 women and 52 immature individuals. Sample from the temperate zone is 352 individuals, the tropical zone – 99 individuals, and the arctic zone – 444 individuals. Evaluation of the frequency of stress-related episodes in childhood was carried out by analyzing enamel hypoplasia, an indicator of growth arrests and underdevelopment of tooth enamel due to physiological stress. The indicator was scored as the presence or absence of a trait in an individual.

Results. The maximum level of enamel hypoplasia are found on the teeth of the arctic area series (19.4%), among the groups of other habitats the frequency of the enamel hypoplasia is lower (6.8% among the representatives of the temperate climate zone and 10.1% – of the tropical area). The index of enamel hypoplasia demonstrates significant differences between the arctic group and temperate and tropical zone groups.

The sexual dimorphism demonstrates statistically insignificant differences: in the group from the temperate zone the level of enamel hypoplasia slightly prevails in women, and in tropical and arctic groups enamel hypoplasia occurs predominantly in men.

No reliable direct correlation was found between the age of death and the presence of enamel hypoplasia. The inhabitants of the tropics show high level of the indicator in individuals who died in childhood and young age; people in the temperate zone demonstrate the highest level of enamel hypoplasia in young age; among the inhabitants of the arctic zone the greatest number of enamel hypoplasia was observed on the teeth of mature people, and the index is even recorded in the elderly. It has been suggested that the stresses of childhood are qualitatively different in different geographical areas. If in tropical they lead to early mortality, in the arctic group they do not lead to a decrease in life expectancy.

Discussion. The results correspond to the well-known discussion about the so-called osteological paradox: high levels of physiological stress indicators combined with “normal” demographic indicators may indicate a high degree of stress-resistance of the group.

Keywords: paleoanthropology; odontology; paleopathology; ontogenesis; adaptation; physiological stress

References

- Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Marachev A.G. *Patologiya cheloveka na Severe* [Human pathology on North]. Moscow: Medicina Publ., 1985. 416 p. (In Russ.)
- Alekseev V.P., Debets G.F. *Kraniometriya* [Cranimetry]. Moscow, Nauka Publ., 1964. 128 p. (In Russ.)
- Alekseev V.P. *Ocherki ekologii cheloveka* [Human ecology essay]. Moscow, Nauka Publ., 1993. 191 p. (In Russ.)
- Alekseeva T.I. *Geographicheskaya sreda i biologiya cheloveka* [Geographic environment and human biology]. Moscow, Mysl Publ., 1977. 302 p. (In Russ.)
- Alekseeva T.I. *Adaptivnye processy v populyatsiyah cheloveka* [Adaptative processes in human populations]. Moscow, Moscow State University Publ., 1986. 216 p. (In Russ.)
- Alekseeva T.I., Efimova S.G., Erenburg R.B. *Kraniologicheskie i osteologicheskie kolleksii Instituta i Muzeya antropologii MGU* [Craniological and osteological series from Institute and MSU Museum of Anthropology]. Moscow, Moscow State University Publ., 1986. 224 p. (In Russ.)
- Buzhilova A.P. *Drevnee naselenie (paleopatologicheskie aspekty issledovaniya)* [Ancient population (paleopathological aspects of investigation)]. Moscow, IA RAS-RSSF Publ., 1995. 198 p. (In Russ.)
- Buzhilova A.P. *Paleopatologiya v bioarheologicheskikh rekonstruktsiyah* [Paleopathology in bioarchaeological reconstructions]. In: *Metodika biologicheskikh issledovaniy* [Methods of biological investigations]. Moscow, Staryy Sad Publ., 1998, pp. 87-147. (In Russ.)
- Buzhilova A.P. *Homo sapiens. Istoriya bolezni* [Homo sapiens. Case-record]. Moscow: Yaziki Slavyanskoi Kulturi Publ., 2005. 320 p. (In Russ.)
- Buzhilova A.P., Mednikova M.B. *Rekonstruktsiya nekotykh osobennostei obraza zhizni drevnego naseleniya Vostochnogo Priuraliya po antropologicheskim materialam mogilnika Kosasar-2* [Reconstruction of some life-style peculiarities of ancient inhabitants of Western

- Cis-Ural according to anthropological data from Kosasar-2 burial ground]. *Nizovaya Sirdarii v drevnosti. Djetiasarskaya kultura* [Lower reach of Syr Darya. Djetiasarskaya culture]. Moscow, IEA RAS Publ., 1995, pp. 229-239. (In Russ.).
- Davidkovskii I.V. *Obschchaya patologiya cheloveka* [General human's pathology]. Moscow, Medicina Publ., 1969. 612 p. (In Russ.).
- Pronyeva A.I., Kosyreva T.F. Vzaimosvyaz' kachestva pitievoi vodi v zone prozhivaniya detei s nekarioznymi porazheniyami emali zubov g. Dolgopyrdnii [Correspondence between quality of drinking water and non-caries enamel defects in Dolgopyrdnii]. *Vestnik Rossiiskogo Universiteta Druzhbi Narodov* [Bulletin of People's Friendship University of Russia. Medicine], 2010, pp. 410-414. (In Russ.).
- Khudaverdyan A.Yu., Engibaryan A.A., Vardanyan Sh. A., Karalyan Z.A., Matevosyan P.Sh. Pokazateli fluktuiruushei asimmetrii zubnoi systemy v paleopopulyatsiyah na territorii Armenii [Fluctuating asymmetry data among paleopopulation from Armenian territory]. *Biologicheskii gurnal Armenii* [Biological Journal of Armenia], 2014, 2 (66), pp. 12-18. (In Russ.).
- Tsarinskii M.M. *Terapevticheskaya stomatologiya. Uchebnik dlya studentov stomatologicheskikh fakultetov, vrachei-internov i prakticheskikh vrachei* [Therapeutical dentistry. Manual for students of stomatological departments, interns and medical practioners]. Rostov-na-Donu, Phenix, 2008. 508 p. (In Russ.).
- Berbesque J.C., Hoover C.K. Frequency and developmental timing of linear enamel hypoplasia defects in Early Archaic Texan hunter-gathers. *PeerJ*, 2018. DOI 10.7717/peerj.4367 eCollection 2018.
- Bossu M., Bartoli A., Orsini G., Luppino E., Polimeni A. Enamel hypoplasia in coeliac children: a potential clinical marker of early diagnosis. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 2007, 1, pp. 31-37.
- Corruccini S.R., Townsend G.C., Schwerdt W. Correspondence between enamel hypoplasia and odontometric bilateral asymmetry in Australian twins. *American Journal of Physical Anthropology*, 2005, 126, pp. 177-182.
- Coruccinni S.R., Jerome S., Handler J.S., Jacobi K.P. Chronological distribution of enamel hypoplasia and weaning in a Caribbean slave population. *Human Biology*, 1985, 57, 4, pp. 699-711.
- Dabbs G.R. Health Status Among Prehistoric Eskimos from Point Hope, Alaska. *American Journal of Physical Anthropology*, 2011, 146, pp. 94-103.
- Davit-Beal T., Gabay J., Antonioli P., Masle-Farquhar J., Wolikow M. Dental complications of rickets in early childhood: case report on 2 young girls. *Pediatrics*, 2014, 133, 4, pp. 1077-1081.
- Enwonwu C. Influence of socio-economic conditions on dental development in Nigerian children. *Archives of Oral Biology*, 1973, 18, pp. 95-107.
- Fujita H. Health status in early Somali people from their skeletal remains. *International Journal of Archaeology*, 2014, 2(3), pp. 12-16.
- Gawlojowska-Skora A., Dabeowski P., Szczurowski J., Staniowski T. Analysis of interaction between nutritional and developmental instability in medieval population in Wroclaw. *Anthropological Review*, 2013, 76 (1), pp. 51-62.
- Gillespie John H. Natural selection for within-generation variance in offspring number. *Genetics*, 1974, 7, 6, pp. 601-606.
- Goodman A.H., Armelagos G.J. The chronological distribution of enamel hypoplasia in human permanent incisor and canine teeth. *Archives of Oral Biology*, 1985, 30, 6, pp. 503-507.
- Goodman A.H., Martin D.L., Armelagos G.J., Clark G. *Indications of Stress from Bone and Teeth*. M.N. Cohen, G.S. Armelagos (eds). Paleopathology at the Origins of Agriculture. London; Orlando, 1984, pp. 13-44.
- Guatelli-Steinberg, D., Lukacs J.R. Interpreting sex differences in enamel hypoplasia in human and non-human primates: developmental, environmental, and cultural considerations. *Yearbook of Physical Anthropology*, 1999, 42, pp. 73-126.
- Guatelli-Steinberg, D., Larsen, C.S., Hutchinson, D.L. Prevalence and the duration of linear enamel hypoplasia: a comparative study of Neandertals and Inuit foragers. *Journal of Human Evolution*, 2004, 47, pp. 65-84.
- Infante P.F., Gillespie G.M. An epidemiologic study of linear enamel hypoplasia of deciduous anterior teeth in Guatemalan children. *Archives of Oral Biology*, 1974, 19, pp. 1055-1961.
- Krenz M. Enamel hypoplasia in contemporary population from Poznan (Poland): methodics and preliminary results. *Variability and Evolution*, 1994, 4, pp. 73-88.
- Krenz-Niedbala M. Biological and cultural consequences of the transition to agriculture in human populations on Polish territories. *Variability and Evolution*, 2001, 9, pp. 89-99.
- Littleton J., Townsend G.C. Linear enamel hypoplasia and historical change in a central Australian community. *Australian Dental Journal*, 2005, 50, (2), pp. 101-107.
- Miszkievicz J. J. Linear enamel hypoplasia and age-at-death at Medieval (11th-16th Centuries) St. Gregory's Priory and Cemetery, Canterbury, UK *International Journal of Osteoarchaeology*, 2015, 25 (1), pp. 79-87.
- Moggi-Cecchi J., Paccaiani E., Pinto-Cisternas J. Enamel hypoplasia and age at weaning in the 19th century Florence. *American Journal of Physical Anthropology*, 1994, 93, pp. 299-306.
- Pascoe L., Seow W.K. Enamel hypoplasia and dental caries in Australian aboriginal children: prevalence and correlation between the two diseases. *Pediatr Dent*, 1994, 16, pp. 193-199.
- Simalcsik R.D., Simalcsik A., Groza V.M. Dental enamel hypoplasia. Investigations on the bones exhumed from the medieval necropole of Lozova (Republic of Moldova), XIV-XV centuries. *Memories of the scientific sections of the Romanian Academy*, 2014, V, XXXVII, pp. 85-96.
- Slayton R.L., Warren J.J., Kanellis M.J., Levy S.M., Islam M. Prevalence of enamel hypoplasia and isolated opacities in the primary dentition. *American Academy of Pediatric Dentistry*, 2001, 23, (1), pp. 32-36.
- Scott G.R., Turner C.G. II. Dental Anthropology. *Ann. Rev. Anthropol*, 1988, 17, pp. 99-126.
- Temple D.H., Masato N., McGroarty J.N. Reconstructing patterns of systematic stress in a Jomon period subadult using incremental microstructures of enamel. *Journal of Archaeological Science*, 2012, 39, pp. 1634-1641.
- Temple D.H., McGroarty J.N., Guatelli-Steinberg D., Nakatsukasa M., Matsumaura H. A comparative study of stress episode prevalence and duration among Jomon period foragers from Hokkaido. *American Journal of Physical Anthropology*, 2013, 152, pp. 230-238.
- Temple D.H., Bazaliiskii V.I., Gouriunova O.I., Weber A.W. Skeletal growth in early and late Neolithic foragers from the cis-Baikal region of eastern Siberia. *American Journal of Physical Anthropology*, 2014, 153, pp. 377-386.
- Trefny P., Veleminsky P. Linear enamel hypoplasia in an early medieval population of Great (Moravia (Czech Republic). *Studien zum Burgwall von Mikulcice*, 2008, VIII, pp. 141-149. (
- Vishwas S., Srinivas S.R., Jithendra K.D. Linear enamel hypoplasia due to serious systematic infection. *European Journal of General Dentistry*, 2012, 3, pp. 218-219.
- Wood J.W., Milner G.R., Harpending H.C., Weiss K.M. The osteological paradox: Problems of inferring prehistoric health from skeletal samples. *Current Anthropology*, 1992, 33, pp. 343-370.

Information about Authors

Buzhilova Alexandra P., PhD, D.Sc.;
 ORCID ID: 0000-0001-6398-2177; e-mail: albu_pa@mail.ru;
 Karaseva Nika M., researcher, nikaraseva@mail.ru.