



Лейбова Н.А.¹⁾, Смертин П.Р.²⁾

¹⁾ *Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, ул. Ленинский проспект, д. 32а, Москва, 119334, Россия*

²⁾ *Институт гуманитарных исследований, ПФИЦ УрО РАН, ул. Генкеля, д. 4, Пермь, 614013, Россия*

К ПРОБЛЕМЕ ПОДСЧЕТА ЧАСТОТ ПРИЗНАКОВ В ОДОНТОЛОГИИ

Введение. Цель статьи – сравнение различных способов подсчета частот одонтоскопических признаков, выявление наиболее надежных, их экспериментальная проверка на выборках разной величины, а также актуализация необходимости указания способа подсчета в публикациях.

Материал и методы. Эксперимент проводился на материалах современной группы тувинцев, полученных в 2022 г. в западных районах Республики Тыва (135 цифровых 3D моделей зубных рядов). Частоты 11 признаков вычислены несколькими способами, использующимися в палеофенетических исследованиях. Полученные значения тестировались при помощи двустороннего точного критерия Фишера.

Результаты. Установлено, что частоты признаков, полученных разными способами, хорошо согласуются между собой. Исключение составляют повышенные значения, полученные при одном из вариантов подсчета «на индивида» (когда при наличии одного зуба-антимера в подсчет включаются только случаи с присутствующим на нем признаком). Этот способ признан непригодным для одонтологического анализа. Из индивидов, у которых было возможно наблюдение признака на обеих сторонах челюстей, случайным образом сгенерированы две выборки, объемом 25 и 10 наблюдений. Частоты в первой выборке оказались стабильны, данные хорошо согласуются с полной серией независимо от способа подсчета. Выборка величиной 10 индивидов плохо отражает характеристики полной серии.

Заключение. При изучении современного населения (и близких к современности групп) предпочтительно использовать правосторонний подсчет, в соответствии с традицией отечественной одонтологической школы. Для серий большого объема рекомендуется подсчет частот «на индивида», когда наблюдение возможно с обеих сторон челюстей. В случае серий малой численности применим индивидуальный подсчет, когда признак можно наблюдать на обеих или на одной из сторон, при этом в подсчет берутся все случаи. Полученные результаты справедливы для конкретной серии и признаков. Данная работа открывает серию статей, посвященных методам учета признаков в одонтологии.

Ключевые слова: биологическая антропология; одонтология; признак; подсчет частот; билатеральная асимметрия

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-3-4

Введение

Одонтология давно утвердилась в ряду других направлений биологической антропологии. С момента выхода классической работы А.А. Зубова, посвященной методике одонтологических исследований, его последователями был накоплен и

осмыслен большой объем данных [Зубов, 1968]. В отечественной одонтологии вопросам методического характера, за исключением обобщающих работ А.А. Зубова и некоторых других исследователей, уделяется недостаточно внимания [Зубов, Халдеева, 1989; Зубов, Халдеева, 1993; Зубова с соавт.,

2018; Лейбова, Чиркова, 2023; Gabuchan et al., 2017, 2020; Leybova, Chirkova, 2023].

Перед одонтологом, оперирующим дискретно-варьирующими признаками, возникает проблема подсчета их частот. В исследованиях, связанных с изучением современного населения, на основе которого и происходило становление отечественной одонтологической школы, традиционно рекомендуется проводить наблюдения по правой стороне [Зубов, 1968]. Возникает закономерный вопрос об асимметрии зубной системы. Принято считать, что корреляция между обеими сторонами челюстей по большинству признаков очень велика и чаще они проявляются билатерально [Зубов, 1973; Зубов, Халдеева, 1993; Scott, Irish, 2017]. Проблем с подсчетом в данном случае нет: *частотой* признака является процент случаев его присутствия от общего числа наблюдений. Сложности возникают в вычислении частоты признака «*на индивида*» с учетом его проявления на обеих сторонах. Такой способ наиболее часто используется при работе с ископаемым материалом, представленным зачастую сериями малой численности.

При подсчете частот признаков «*на индивида*» существуют несколько алгоритмов (табл. 1):

1. Если на одной из сторон фиксируется наличие признака (при этом неважно проявление признака на антимере, как и возможность фиксации признака вообще), случай учитывается.

2. Если мы уверены в отсутствии признака на обеих сторонах, то признается его отсутствие у индивида.

Следующий пункт необходимо сформулировать в вопросительном ключе:

3. Если мы уверены в отсутствии признака лишь на одной стороне и не можем произвести наблюдение на противоположной, должны ли мы считать признак отсутствующим у индивида или вынуждены исключать такие случаи?

В некоторых статьях и в одном из последних обобщающих методических руководств Аризонского университета интересующей нас теме посвящен отдельный раздел, где авторы обсуждают различные методы подсчета, известные из литературы [Scott, 1980; Turner et al., 1991; Scott, Irish, 2017]. Первый – это суммирование присутствующих признаков для левых и правых антимеров, что искусственно увеличивает размер выборки. Второй – это подсчет частот по одной из сторон. У авторов есть сомнения в биологической обоснованности подхода, ведь производя расчет по одной из сторон, игнорируется противо-

Таблица 1. Правила подсчета частот проявления признака

Table 1. Rules for counting the frequency of indication of the trait

Правая сторона	Левая сторона	Индивид
1		
+	–	+
–	+	+
+	+	+
+	?	+
?	+	+
2		
–	–	–
3		
–	?	?
?	–	–

положная, на которой признак мог проявляться с большей экспрессией, что искажает фенотипический статус индивида. Некоторые авторы ограничивают наблюдения правой стороной, но заменяют эти значения левосторонними в случае невозможности фиксации признака справа. Предпочтение отдается третьему способу – индивидуальному подсчету, который подразумевает оценку обоих антимеров, и учет того зуба, где признак выражен сильнее независимо от стороны. Этот подход обеспечивает учет генетического потенциала развития конкретного признака в билатеральном, но едином организме. Впрочем, не все исследователи согласны с правомочностью анализа неметрических признаков, руководствуясь моделью т.н. единого генотипа (*single-genotype model*), противопоставляя ей стандартную пороговую модель (*standard threshold model*) [Tagaya, 2022].

В зарубежной литературе вопрос учета признаков был обсужден достаточно основательно и сегодня к нему возвращаются редко. В целом, на примере бугорка Карабелли, показана сопоставимость частот, полученных разными способами [Scott, 1980].

До недавнего времени в отечественных палеодонтологических работах не принято было указывать способ учета признаков, несмотря на рекомендации А.Г. Козинцева, которые остались незамеченными в среде специалистов-одонтологов [Козинцев, 1980]. Способ подачи материала, подразумевающий публикацию данных, полученных посредством различных алгоритмов подсчета, появляется лишь в последние два десятилетия.

Ряд авторов приводят таблицы, в которых указаны частоты отдельно «*на сторону*» и «*на*

индивида». Исследователи с различной степенью детализации описывают принцип подсчета «на индивида». Подсчет мог производиться по обеим сторонам, при этом одни авторы учитывают лишь полные случаи, когда существовала возможность наблюдения на обеих сторонах челюсти [Куфтерин, Нечвалода, 2021], другие считают признак присутствующим, если он отмечался хотя бы на одной из сторон, включая случаи отсутствия зуба-антимера [Тур, 2009]. Однако, многие работы с использованием индивидуального подсчета лишены этого важного уточнения – учитывал ли одонтолог неполные случаи, когда возможность наблюдения была доступна лишь для одной из сторон [Зубова, Чикишева, 2015; Зубова с соавт., 2017; Харламова, 2020; Иконников с соавт., 2022; Кишкурно, 2023; Слепцова, 2023]. Еще один способ, встречающийся в публикациях – фиксация признака по правой стороне, а в случае отсутствия правого зуба, оценка признака на антимере [Китов, 2015; Лейбова, Тур, 2020; Аксянова, 2021].

Проблема подсчета частот признаков актуальна для всех фенетических систем в антропологии [Козинцев, 1980; Чеснис, 1986; Козинцев, 1988; Мовсесян, 2005; Вагнер-Сапухина, 2022; Hauser, Stefano, 1989]. Наиболее детально в русскоязычной литературе этот вопрос освещен в работе А.Г. Козинцева, где были рассмотрены сильные и слабые стороны нескольких методов подсчета частот. Им обоснована необходимость производить подсчет отдельно на правую и отдельно на левую сторону черепа, при этом не исключая указания двустороннего проявления и количества полных/неполных случаев. Автор подчеркивает необходимость указания способа подсчета парных признаков, что обеспечивает возможность пересчета другим способом, а публикация без указания способа обработки частот, напротив, приводит к невозможности использования этих данных [Козинцев, 1980].

Как уже отмечалось, наибольшие сложности возникают при оценке признака в случаях, когда на одной из сторон наблюдение невозможно, поэтому некоторыми авторами предлагается частотой считать количество случаев, когда признак встречается, разделенное на количество сторон, доступных для наблюдения [Green et al., 1979]. Кроме комплектности серии, на общую частоту может влиять и унилатеральное проявление признака, поэтому важно учитывать генетический потенциал индивида независимо от стороны [Korey, 1980; McGrath et al.,

1984]. Существуют мнения, что частоты по отдельным сторонам больше подходят для изучения дискретных признаков из-за сложности картины асимметрии и влияния на нее внутренних и внешних факторов [Ossenberg, 1981].

Обзор публикаций свидетельствует об отсутствии единообразия в отношении представления данных. Самую большую неясность вызывают случаи индивидуального подсчета, когда билатеральный признак можно наблюдать лишь на одной из сторон, при этом – признак является отсутствующим. В публикациях это не обговаривается, что характерно и для классических работ последней трети XX в. Редко оценивается достоверность различий частот, полученных разными способами. Складывается представление, что отечественные исследователи относительно недавно стали акцентировать внимание на способе подсчета частот.

Несмотря на весьма обстоятельные попытки раскрыть проблему зарубежными коллегами, мы решили несколько развить её и поставили своей целью сравнение различных способов подсчета частот одонтоскопических признаков, выявление наиболее надежных, их экспериментальную проверку на выборках разной величины, а также актуализацию необходимости указания способа подсчета в публикациях.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужила выборка современных тувинцев. Данные получены в 2022 г. в западных районах Республики Тува в ходе работы комплексной Тувинской этнографо-антропологической экспедиции ТувГУ-ЦПИ под руководством Е.В. Айыжы и Д.В. Пежемского [Лейбова, Чиркова, 2023; Пермькова с соавт., 2024]. Всего обследовано 504 человека. При помощи интраорального сканера Medit I500 получены 135 цифровых 3D моделей зубных рядов, которые легли в основу работы. В эту выборку входят индивиды, у которых различные признаки доступны для наблюдения как на обеих сторонах челюсти, так и только на одной.¹

Анализируются данные по 11 признакам: *shov* I¹ (форма лингвальной поверхности верхнего центрального резца, сумма баллов 2 и 3); *hy* M² (редукция гипоконуса на втором верхнем

¹ Данные публикуются впервые. Материалы собраны анонимно с соблюдением правил биоэтики, подписанием протоколов информированного согласия. Данные деперсонифицированы в соответствии с законом о персональных данных.

моляре, морфы «3+», «3»); *Cara M'* (бугорок Карабелли на первом верхнем моляре, баллы 2–5); *M₁6/M₁4* (шести- и четырехбугорковая форма первого нижнего моляра); *M₂4* (четырёхбугорковая форма второго нижнего моляра); *drc* (дистальный гребень тригониды первого нижнего моляра); *dw* (коленчатая складка метакониды первого нижнего моляра); *tami* (внутренний средний дополнительный бугорок между энтоконидом и метаконидом первого нижнего моляра); *1pa(3)* (тип «3» первой борозды параконуса первого верхнего моляра); *2med(II)* (впадение второй борозды метакониды во вторую межбугорковую фиссуру на первом нижнем моляре) [Зубов, 1968; Зубов, 1973; Зубов, Халдеева, 1989; Зубов, Халдеева, 1993].

На первом этапе проведено сравнение нескольких способов подсчета частот признаков:

1. только по правой стороне (игнорируя левую);
2. только по левой стороне (игнорируя правую);
3. сумма значений по обеим сторонам;
4. подсчет «на индивида», когда наблюдение возможно с обеих сторон;
5. подсчет «на индивида», когда наблюдение возможно как на обеих, так и на одной из сторон: в неполных случаях, при наличии признака он засчитывается (+/?=+), но при невозможности наблюдения с одной стороны и при отсутствии признака на противоположной – случай в подсчет не включается (-/?=?);
6. подсчет «на индивида», когда наблюдение возможно, как на обеих, так и на одной из сторон. В отличие от предыдущего способа, в подсчет включаются все неполные случаи, в том числе, когда на одной из сторон невозможно произвести наблюдение признака, а на другой признак отсутствует (-/?=—).

Второй этап работы посвящен сопоставлению вариантов подсчета частот «на сторону» и «на индивида» (при наличии обоих антимеров) на выборках разной величины. Исходная серия, включающая 135 человек, была редуцирована сначала до 25-ти индивидов, у которых возможно наблюдение признаков с обеих сторон (именно такая численность зачастую встречается в работах), затем – до 10-ти. Отбор происходил случайным образом, совпадения номеров исключались (Генератор случайных чисел, Электронный ресурс. URL: <https://случайноечисло.рф>, дата обращения: 06.10.2024).

На заключительном этапе искусственно смоделирована ситуация отсутствия возможно-

сти наблюдения признака на одной из сторон и протестированы различные способы подсчета частот «на индивида». Оценка достоверности различий частот, полученных разными способами, а также между полной серией и искусственно сформированными выборками, осуществлена с помощью двустороннего точного критерия Фишера.

Результаты

Основные результаты заключены в таблице 2. Различия между частотами признаков при правостороннем и левостороннем подсчете в полной серии невелики. Сумма значений по обеим сторонам несколько «выравнивает» результат унилатерального подсчета. Подсчет «на индивида» (наблюдение возможно с обеих сторон) почти для всех признаков показывает более высокие значения по сравнению с подсчетом «на сторону», но различия не достигают уровня статистической значимости, за исключением признака *1pa(3)*. Этот способ, учитывающий только полные случаи, более предпочтителен при работе с сериями большой численности: число наблюдений незначительно снижается, но учитываются обе стороны. Конечно, это невозможно в малых сериях, которые и без того могут быть фрагментарны. На первый взгляд, в этом случае должен помочь подсчет «на индивида», когда учитываются неполные случаи с невозможностью наблюдения признака на одной из сторон. Но вернемся к поставленному вопросу: если мы уверены в отсутствии признака лишь на одной стороне челюсти и не можем произвести наблюдение на противоположной, должны ли мы считать признак отсутствующим у индивида или вынуждены исключать такие случаи из подсчета?

Не учитывая индивидов, у которых с одной стороны признак отсутствует, а с другой стороны наблюдение невозможно (-/?=?), при этом включая случаи присутствия признака в аналогичной ситуации (+/?=+), мы повышаем частоты в выборке. Для многих признаков это повышение несущественно, для части – достигает уровня статистической значимости (*M₁6*, *1pa(3)*), еще для нескольких признаков повышение частоты по сравнению с подсчетом «на индивида» при наличии обоих антимеров велико, хотя и не достоверно (*drc*, *dw*, *2med(II)*). Включение случаев отсутствия признака, когда с одной стороны челюсти мы уверены в отсутствующем признаке, а с другой – наблюдение невозможно (-/?=—), напротив, чаще приближает частоты к полученным при других способах подсчета.

Таблица 2. Результаты разных способов подсчета частот в выборках разной величины
Table 2. The results of different methods of calculating the frequencies in samples of different sizes

	N инд.	Правая		Левая		Σ сторон		На индивида (наблюдение возможно на 2-х сторонах)		На индивида +!?= + -!?= ?		На индивида +!?= + -!?= -	
		n(N)	%	n(N)	%	n(N)	%	n(N)	%	n(N)	%	n(N)	%
Shov I ¹	135	66 (126)	52,4	72 (123)	58,5	138 (249)	55,4	71 (120)	59,2	76 (125)	60,8	76 (129)	58,9
	25	14	56,0	15	60,0	29	58,0	15	60,0				
	10	6	60,0	7	70,0	13	65,0	7	70,0				
Hy M ²	135	49 (121)	40,5	40 (112)	35,7*	89 (233)	38,2	46 (107)	43,0	58 (119)	48,7*	58 (123)	47,2
	25	8	32,0	6	24,0	14	28,0	10	40,0				
	10	6	60,0	5	50,0	11	55,0	6	60,0				
Cara M ¹	135	29 (111)	26,1	27 (111)	24,3*	56 (222)	25,2*	33 (99)	33,3	41 (107)	38,3*	41 (123)	33,3
	25	5	20,0	5	20,0	10	20,0	9	36,0				
	10	2	20,0	2	20,0	4	20,0	3	30,0				
M ₁₄	135	8 (68)	11,8	2 (62)	3,2*	10 (130)	7,7	6 (45)	13,3	8 (58)	13,8*	8 (87)	9,2
	25	3	12,0	1	4,0	4	8,0	3	12,0				
	10	1	10,0	1	10,0	2	10,0	1	10,0				
M ₁₆	135	8 (68)	11,8	10 (62)	16,1	18 (130)	13,8	4 (45)	8,9*	15 (58)	25,9*	15 (87)	17,2
	25	1	4,0	2	8,0	3	6,0	2	8,0				
	10	1	10,0	1	10,0	2	10,0	1	10,0				
M ₂₄	135	31 (65)	47,7*	35 (66)	53,0	66 (131)	50,4*	35 (55)	63,6	42 (62)	67,7*	42 (79)	53,2
	25	12	48,0	13	52,0	25	50,0	15	60,0				
	10	3	30,0	3	30,0	6	30,0	3	30,0				
Dtc	135	4 (61)	6,6	3 (54)	5,6	7 (115)	6,1*	4 (61)	6,6	7 (39)	18,0*	7 (79)	8,9
	25	3	12,0	1	4,0	4	8,0	4	16,0				
	10	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0				
Dw	135	6 (63)	9,5	2 (55)	3,6*	8 (118)	6,8	3 (37)	8,1	7 (41)	17,1*	7 (81)	8,6
	25	3	12,0	1	4,0	4	8,0	3	12,0				
	10	1	10,0	0	0,0	1	5,0	1	10,0				
Tami	135	3 (70)	4,3	4 (60)	6,7	7 (130)	5,4	3 (45)	6,7	5 (47)	10,6	5 (85)	5,9
	25	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0				
	10	1	10,0	1	10,0	2	10,0	1	10,0				
Ipa(3)	135	11 (44)	25,0*	17 (63)	27,0*	28 (107)	26,2*	17 (37)	46,0*	24 (43)	55,8*	24 (71)	33,8*
	10	2	20,0	1	10,0	2	10,0	2	20,0				
2med(II)	135	9 (45)	20,0*	8 (44)	18,2*	17 (89)	19,1*	6 (26)	23,1	14 (33)	42,4*	14 (62)	22,6
	10	1	10,0	3	30,0	4	20,0	3	30,0				

Примечания. Уровень достоверности различий: * – $p < 0,05$ (жирным шрифтом со звездочкой выделены частоты, относительно которых на статистически значимом уровне отличаются другие частоты этих же признаков, вычисленные иным способом). Инд. – индивиды.

Notes. Significance of differences: * – $p < 0,05$ (the frequencies are highlighted in bold with an asterisk, relative to which other frequencies of the same signs, calculated in a different way, differ at a statistically significant level).

Далее произведено выделение 25 «случайных» индивидов, у которых доступны для наблюдения признаки на обеих сторонах челюстей.² Здесь мы снова убеждаемся в незначительном различии между право- и левосторонними значениями и усреднении частоты по сумме сторон относительно унилатерального подсчета. Характерно повышение частоты при подсчете «на индивида» (по обеим сторонам), наиболее выраженное для признаков *hy M²*, *cara M¹* и *M₁4*.

При сопоставлении исходных данных (N=135) и частот по неполной выборке (N=25) выясняется, что отражение данных при «усечении» серии вполне адекватно. Исключение составляет некоторое повышение частоты *dtc* и понижение *M₁6*, не достигающие уровня достоверности. Также, при случайном отборе 25-ти индивидов в поле зрения не попали случаи присутствия *tami*.

Далее из исходной выборки выделены 10 «случайных» индивидов, для которых была возможность наблюдения признаков с обеих сторон. Вновь частоты по отдельным сторонам близки, а значение по их сумме ожидаемо усредняет результат предыдущих способов. На этом этапе нас интересуют различия частот, вычисленных по 10 индивидам – от полной выборки. Мы получили повышенные значения *shov I¹*, *hy M²*, *2med(II)*. Понижение частот характерно для *M₂4*, *dtc* (вплоть до полного отсутствия), *1pa(3)*. Такие разницы частот при межгрупповых сопоставлениях могут трактоваться в одонтологических работах как свидетельство различия морфологических комплексов, особенно в тех случаях, когда для оценки достоверности различий не используются статистические критерии. Следовательно, такая неполная выборка не может объективно отражать характеристики полной серии, хотя достоверных различий между полной и неполной выборками при идентичном способе подсчета не выявлено.

На заключительном этапе смоделирована ситуация отсутствия возможности наблюдения признака на одной из сторон челюстей. Из числа всех индивидов, у которых имелась возможность наблюдения признака с обеих сторон, была отобрана половина «случайных» индивидов, для которых попеременно удалялись значения то по правой, то по левой стороне. Затем выполнен подсчет «на индивида» тремя способами:

² Исключены признаки одонтоглифики ввиду редкой возможности их фиксации в полной серии: почти все случаи войдут в выборку N=25, что не отразит специфики «усечения».

- индивидуальный подсчет, когда наблюдение возможно на обеих сторонах (исходная выборка до удаления значений);

- индивидуальный подсчет, когда наблюдение возможно и на обеих, и на одной из сторон: в неполных случаях, при невозможности наблюдения признака с одной стороны и при его наличии на антимере – засчитывается присутствие признака у индивида (+/?=+). При невозможности наблюдения признака с одной стороны и при его отсутствии на противоположной стороне – случай в подсчет не включается (-/?=?);

- индивидуальный подсчет, когда наблюдение возможно и на обеих, и на одной из сторон – в подсчет включаются неполные случаи, когда на одной из сторон невозможно наблюдение признака, на другой он отсутствует – признается отсутствие признака у индивида (-/?=-).

Для эксперимента выбраны 4 признака (рис. 1). По признаку *shov I¹* первый и третий способ демонстрируют почти идентичные частоты, второй – завышает значения почти на 20%. Между вторым и третьим способом обнаруживаются достоверные различия (здесь и далее между первым и вторым способами уровень различий высок, но не значим статистически). Аналогичные тенденции мы наблюдаем для всех признаков, за исключением отсутствия достоверности различий между вторым и третьим способами подсчета частот *dw*.

Обсуждение

Наиболее подходящим вариантом является подсчет частот «на индивида», когда наблюдение возможно с обеих сторон челюстей, но следовать этому способу возможно лишь при изучении больших по численности серий, что часто проблематично при работе с ископаемым фрагментарным материалом. Поэтому в условиях малого объема выборки справедливо прибегать к подсчету «на индивида», когда в число наблюдений включаются случаи возможности просмотра признака лишь на одной из сторон. Подсчет «на индивида» по правилу «+/?=+» и «-/?=?» показывает завышенные, наиболее отличающиеся от других способов подсчета частоты (нужно признать непригодность этого метода в одонтологии). Использование способа «+/?=+» и «-/?=-» демонстрирует хорошую сопоставимость результата с остальными методами как для признаков высокой частотности (в случае серии тувинцев – это *shov I¹*), так и для признаков средней и низкой частотности (*hy M²*, *cara M¹*, *dw*), что

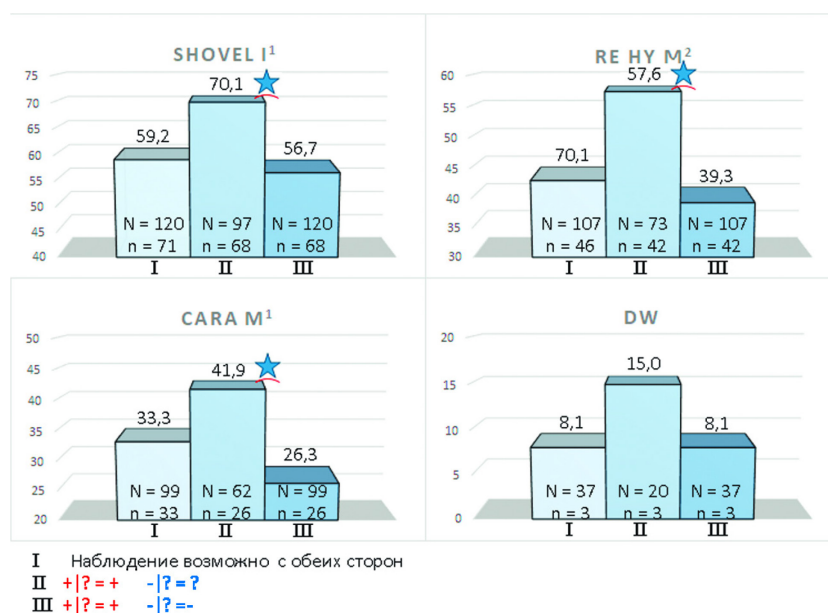


Рисунок 1. Распределение частот признаков при разных способах подсчета
 Figure 1. Frequency distribution of traits with different calculating methods

Примечания. Уровень достоверности различий: звезда – $p < 0,05$.

Notes. Significance of differences: the star – $p < 0,05$.

говорит в пользу адекватности его применения в одонтологических исследованиях.

При изучении современного населения предпочтительно пользоваться правосторонним подсчетом, что традиционно для отечественной одонтологической школы. Данные по морфологии зубной системы подавляющего большинства современных групп были получены в результате анализа восковых отпечатков, которые в полевых условиях брались у обследованных индивидов только с правой стороны, соответственно и частоты для этих серий посчитаны только по правой стороне. При изучении групп, близких к современности, необходимо следовать тому же правилу для корректного сопоставления с современными сериями.

Не лишено смысла и использование нескольких методов подсчета – по каждой из сторон и «на индивида» (с учетом особенностей, указанных в предыдущем абзаце). Это позволяет оценить билатеральную асимметрию, а также сравнить серию с современными группами, частоты по которым уже опубликованы только, например, по правой стороне. Даже при публикации частот «на сторону» и «на индивида» важно указывать, каким способом были получены значения признаков, использованные в межгрупповом сравнении.

Полученные результаты справедливы для конкретной серии современных тувинцев и вы-

бранных признаков. Возможно, в других случаях ситуация будет отличаться и анализ таких различий, в частности, между односторонней и двусторонней встречаемостью признаков (корреляции между сторонами) может служить самостоятельной характеристикой группы, на что указывал в своей публикации А.Г. Козинцев [Козинцев, 1980].

Заключение

Нами предпринята попытка актуализации проблемы подсчета частот одонтологических признаков разными способами для обеспечения более надежных сопоставлений между авторами. Этому уделяется недостаточно внимания при публикации материалов, равно как и указанию используемого метода. Было также важно проверить, насколько близко выборки, состоящие из 25-ти и 10-и индивидов (и дающие столько же наблюдений на каждый признак), отражают характеристики серии численностью более 100 человек. Показано, что выборка, состоящая из 10 индивидов, дает искаженное представление об одонтологическом комплексе серии, но выборка величиной 25 человек (корректнее сказать – 25 наблюдений на признак) достаточно полно отражает реальную ситуацию, хотя отклонения тоже имеют место. Экспериментально показано, что подсчет «на индивида» по правилу «+|?=+» и «-|?=?» показывает достоверно завышенные частоты.

Представленная работа открывает серию статей, посвященных методам учета признаков в одонтологии. В дальнейшем будет проверено влияние разных способов подсчета частот на реконструкцию популяционных связей между несколькими группами при помощи многомерно-го статистического анализа.

Благодарности

Н.А. Лейбовой работа выполнена в рамках государственного задания Института этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН (тема «Закономерности популяционной дифференциации человечества в пространстве и времени»).

П.Р. Смертиным работа выполнена в рамках государственного задания Института гуманитарных исследований ПФИЦ УрО РАН (тема «Этнокультурные процессы в центре Евразии: археология и этнография Урала», рег. № 124021500047-2).

Библиография

Аксянова Г.А. Православные горожане Томска в XVII-XIX столетиях: свидетельства этнической одонтологии // Культура русских в археологических исследованиях: археология Севера России. Омск: Изд-во Института археологии Севера, 2021. Т. 2. С. 212–219. DOI: 10.31630/978-5-6040401-5-7-2021-2-212-219.

Вагнер-Сапухина Е.А. Возможность применения системы дискретно-варьирующих признаков посткраниального скелета человека в палеоантропологии.: Дис. ... канд. биол. наук. М., 2022, 337 с.

Зубов А.А. Одонтология: методика антропологических исследований. М.: Изд-во Наука. 1968. 200 с.

Зубов А.А. Этническая одонтология. М.: Изд-во Наука. 1973. 204 с.

Зубов А.А., Халдеева Н.И. Одонтология в современной антропологии. М.: Изд-во Наука. 1989. 232 с.

Зубов А.А., Халдеева Н.И. Одонтология в антропологии. М.: Изд-во Наука. 1993. 226 с.

Зубова А.В., Чикишева Т.А. Антропологический состав неолитического населения юга Западной Сибири по одонтологическим материалам // Археология, этнография и антропология Евразии, 2015. № 3. С. 116–127.

Зубова А.В., Кишкурно М.С., Поздняков Д.В. Одонтологическая характеристика андроновского населения степного Алтая по материалам могильника Рублево VIII // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий, 2017. Т. XXIII. С. 326–330.

Зубова А.В., Кульков А.М., Моисеев В.Г., Хартанович В.И. Результаты использования виртуального 3D-моделирования при изучении одонтологических находок эпохи палеолита из коллекций МАЭ РАН // Виртуальная археология (с воздуха, на земле, под водой и в музее). СПб.: Изд-во Государственный Эрмитаж, 2018. С. 58–64.

Иконников Д.С., Калмина О.А., Калмин О.В. Одонтологические особенности населения г. Пензы XVII-XVIII вв. // Проблемы изучения изменчивости в антропологии: новое в многообразии традиционного. М.: Институт этнологии и антропологии РАН, 2022. С. 102–121.

Китов Е.П. Одонтологическая характеристика серии городского населения Беларуси по материалам из могильника XVI – начала XVIII в. в городе-замке Горы // Палеоантропология Беларуси. Минск: Изд-во Беларуская навука, 2015. С. 154–159. ISBN 978-985-08-1858-4.

Кишкурно М.С. Антропологический состав населения Новосибирского Приобья раннего железного века (по краниологическим и одонтологическим данным).: Дис. ... канд. ист. наук. Новосибирск, 2023, Т. 1, 230 с.

Козинцев А.Г. Дискретные признаки на черепах эпохи бронзы из Южной Сибири (к проблемам методики изучения краниологического полиморфизма) // Исследования по палеоантропологии и краниологии СССР. Л.: Наука, 1980. С. 75–99.

Козинцев А.Г. Этническая краниоскопия. Расовая изменчивость швов черепа современного человека. Л.: Наука. 1988. 165 с.

Куштерин В.В., Нечвалода А.И. Одонтологическая характеристика населения срубной культуры Южного Приуралья // Вестник Московского университета. Серия XXIII: Антропология, 2021. № 1. С. 66–79. DOI: 10.32521/2074-8132.2021.1.066-079.

Лейбова Н.А., Тур С.С. Одонтологические особенности населения лесостепного Алтая скифского времени // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2020. № 4. С. 171–186. DOI: 10.20874/2071-0437-2020-51-4-15.

Лейбова Н.А., Чиркова А.Х. Опыт анализа внутри- и меж- исследовательских расхождений при определении некоторых одонтологических признаков // Вестник археологии, антропологии и этнографии, 2023. № 3. С. 167–179. DOI: 10.20874/2071-0437-2023-63-4-13.

Мовсесян А.А. Фенетический анализ в палеоантропологии. М.: Изд-во Университетская книга. 2005. 272 с. ISBN 5-98699-018-8.

Пермякова Е.Ю., Хомякова И.А., Айыжы Е.В. Современные исследования в Туве: новые подходы в решении традиционных проблем этнической антропологии // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология, 2024. № 4. С. 101–113. DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-4-7.

Слепцова А.В. Антропологический состав населения Западной Сибири раннего железного века по данным одонтологии: саргатская, гороховская и кашинская культуры. Дис. ... канд. ист. наук. СПб.: 2023, 231 с.

Тур С.С. Одонтологическая характеристика населения андроновской культуры Алтая // Известия Алтайского государственного университета, 2009. № 4-2. С. 228–236.

Харламова Н.В. Одонтологическая характеристика населения позднесредневекового Кашина (по материалам Симеоновского раскопа - I) // Палеоантропология г. Кашин XV-XVII вв. М.: Изд-во Буки Веди. 2020. С. 64–86.

Чеснис Г.А. Дискретные признаки черепа у людей фатьяновской и балановской культур // Вопросы антропологии, 1986. Вып. 76. С. 117–127.

Информация об авторах

Лейбова Наталья Александровна, к.и.н.; ORCID ID: 0000-0003-0635-0725; nsuvorova@mail.ru;

Смертин Павел Романович; ORCID ID: 0009-0006-5765-3573; paulsmert@mail.ru.

Поступила в редакцию 04.04.2025,
принята к публикации 19.05.2025

ON THE PROBLEM OF CALCULATING THE FREQUENCIES OF TRAITS IN DENTAL ANTHROPOLOGY

Introduction. *The goal of the article is to compare different algorithms for calculating the frequencies of dental nonmetric traits.*

Materials and methods. *The experiment was conducted on the materials of a modern group of Tuvinians (Eastern Siberia), the sample size 135 individuals. The frequencies of 11 traits have been calculated using several methods common for paleophenetic studies. The obtained values were tested using a 2-tailed exact Fisher criterion.*

Results. *It has been established that the frequencies of traits obtained by different methods are in good agreement with each other. The exception is the increased values obtained with one of the calculation options «per individual»: namely, when the calculation includes cases of the presence of only one tooth, the anti-mere, on which the feature is only positive. In addition, two sample size 25 and 10 observations were randomly generated from individuals who possess the trait on both sides. The frequencies in the sample size 25 individuals turned out to be stable, and the data are in good agreement with the full series, regardless of the method of calculation. A sample of 10 individuals does not agree with the characteristics of the full series.*

Discussion. *It is most preferable to calculate the frequencies «per individual» when observation is possible from both sides, but this is problematic with a small group of fragmentary materials. For small series, an individual calculation is applicable, when the feature can be observed on both or on one of the sides (all cases are taken into account, regardless of the presence of the trait). The results obtained are valid for a specific series and traits. This work begins a series of articles on feature calculating methods in dental anthropology.*

Keywords: biological anthropology; dental anthropology; trait; frequency counting; bilateral asymmetry

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-3-4

References

- Aksyanova G.A. Orthodox citizens of Tomsk in the 17th-19th centuries: evidence of dental anthropology. In *Culture of Russians in archaeological researches: archaeology of the North of Russia*, Omsk, Institute of archaeology of the North Publ., 2021, 2, pp. 212–219. (In Russ.). DOI: 10.31630/978-5-6040401-5-7-2021-2-212-219.
- Vagner-Sapukhina E.A. *The possibility of using a system of discretely varying traits of the human postcranial skeleton in paleoanthropology*. PhD in Biology. Moscow, 2022. 337 p. (In Russ.).
- Zubov A.A. *Odontology: a method of anthropological research*. Moscow, Nauka Publ., 1968. 200 p. (In Russ.).
- Zubov A.A. *Ethnic odontology*. Moscow, Nauka Publ., 1973. 204 p. (In Russ.).
- Zubov A.A., Khaldeyeva N.I. *Odontology in Modern Anthropology*. Moscow, Nauka Publ., 1989. 232 p. (In Russ.).
- Zubov A.A., Khaldeyeva N.I. *Odontology in Anthropogenetics*. Moscow, Nauka Publ., 1993. 226 p. (In Russ.).
- Zubova A.V., Chikisheva T.A. Nonmetric dental trait distribution in the neolithic populations of Southwestern Siberia. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 2015, 3, pp. 116–127. (In Russ.).
- Zubova A.V., Kishkurno M.S., Pozdnyakov D.V. Odontological Characteristics of the Forest-Steppe Altai Andronovo Population based on the Materials from the Rublyovo VIII Burial Ground. *Problem of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories*, 2017, 23, pp. 326–330. (In Russ.).
- Zubova A.V., Kulkov A.M., Moiseyev V.G., Kharatanovich V.I. Results of virtual usage 3D modeling in the research of odontological paleolithic finds from the collections of the MAE RAS. In *Virtual archaeology (from Air, on Earth, under Water and at Museum)*. Saint Petersburg, State Hermitage Museum Publ., 2018, pp. 58–64. (In Russ.).
- Ikonnikov D.S., Kalmina O.A., Kalmin O.V. Odontological features of the population of Penza 17-18 centuries. In *Problems of the study of variability in anthropology: new in the traditional variety*. Moscow: Institute of ethnology and anthropology of RAS Publ., 2019, pp. 102–121. (In Russ.).

Kitov E.P. Dental anthropology characteristics of the series of urban population of Belarus based on materials from the burial ground of the XVI - early XVIII centuries in the castle city of the Gory. In *Paleoanthropology of Belarus*. Minsk: Belaruskaya navuka Publ., pp. 154–159 (In Russ.). ISBN 978-985-08-1858-4.

Kishkurno M.S. *Anthropological composition of the population of the Novosibirsk region of the Early Iron Age (according to craniological and dental anthropological data)*. PhD in History. Novosibirsk, 2023. 230 p. (In Russ.).

Kozintsev A.G. Discrete traits on Bronze Age turtles from Southern Siberia (on the problems of methodology for studying craniological polymorphism). In *Research on paleoanthropology and craniology of the USSR*. Leningrad: Nauka Publ., 1980, pp. 75–99. (In Russ.).

Kozintsev A.G. *Ethnic craniology. Racial variability of the sutures of the skull of modern humans*. Leningrad: Nauka Publ., 1988. 165 p. (In Russ.).

Kuferin V.V., Nechvaloda A.I. Dental anthropology of the Srubnaya culture population of Southern Urals. *Moscow University Anthropology Bulletin*, 2021, 1, pp. 66–79. (In Russ.). DOI: 10.32521/2074-8132.2021.1.066-079.

Leibova N.A., Tur S.S. Dental characteristics of the Scythian time population of the Forest-Steppe Altai. *Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography*, 2020, 4, pp. 171–186. (In Russ.). DOI: 10.20874/2071-0437-2020-51-4-15.

Leybova N.A., Chirkova A.Kh. Results of the analysis of intra-observer and inter-observer discrepancies in the assessment of some non-metric dental traits. *Bulletin of Archaeology, Anthropology and Ethnography*, 2023, 3, pp. 167–179. (In Russ.). DOI: 10.20874/2071-0437-2023-63-4-13.

Movsesyan A.A. *Phenetic analysis in paleoanthropology*. Moscow: Universitetskaya kniga Publ. (In Russ.). ISBN 5-98699-018-8.

Permiakova E.Yu., Khomyakova I.A., Aiyzhy E.V. *Sovremennye issledovaniya v Tuve: novye podhody v reshenii traditsionnykh problem etnicheskoy antropologii [Modern research in Tuva: new approaches to solving traditional problems of ethnic anthropology]*. *Lomonosov Journal of Anthropology* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2024, 4, pp. 101–113. (In Russ.). DOI: 10.55959/MSU2074-8132-24-4-7.

Sleptsova A.V. *Anthropological composition of the population of Western Siberia in the Early Iron Age according to dental anthropology: Sargatskaya, Gorokhovskaya and Kashinskaya cultures*. PhD in History. Tyumen, 2023, 231 p. (In Russ.).

Tur S.S. Dental anthropology characteristics of the population of the Andronovskaya culture of Altai. *Proceedings of the Altay State University*, 2009, 4-2, pp. 228–236 (In Russ.).

Kharlamova N.V. Dental anthropological characteristics of the population of the Late Medieval Kashin (based on the materials of the Simeonovsky excavation - I). In *Paleoanthropology of Kashin XV-XVII centuries*, Moscow: Buki Vedi Publ. 2020. pp. 64-86. (In Russ.). ISBN 978-5-4465-2974-2.

Chesnis G.A. Discrete traits of the skull in people of the Fatyanovskaya and Balanovskaya cultures. *Problems of anthropology*, 1986, 76, pp. 117–127. (In Russ.).

Gabouchian A.V., Knyaz V.A., Leybova N.A. Measurements of cuspal slope inclination angles in palaeoanthropological applications. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2017, XLII-2/W4, pp. 185–191. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W4-185-2017.

Gabouchian A.V., Knyaz V.A., Leybova N.A., Simonyan H.Y., Novikov M.M., et. al. 3D reconstruction and image processing of anthropological archaeological findings. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2020, XLIII-B2-2020, pp. 845–850. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-845-2020.

Green R.F., Suchey J.M., Gokhale D.V. The statistical treatment of correlated bilateral traits in the analysis of cranial material. *American Journal of Physical Anthropology*, 1979, 50 (4), pp. 629–634. DOI: 10.1002/ajpa.1330500414.

Hauser G., De Stefano G.F. *Epigenetic variants of the human skull*. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1989. 301 p.

Korey K. A. The incidence of bilateral nonmetric skeletal traits: a reanalysis of sampling procedures. *American Journal of Physical Anthropology*, 1980, 53 (1), pp. 9–23.

Leybova N.A., Chirkova A.K. Results of the use of 3D scanning in dental anthropology studies of the modern population. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, 2023, XLVIII-2/W3-2023, pp. 151–156. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W3-2023-151-2023.

McGrath J.W., Cheverud J.M., Buikstra J.E. Genetic correlations between sides and heritability of asymmetry for nonmetric traits in rhesus macaques on Cayo Santiago. *American Journal of Physical Anthropology*, 1984, 64 (4), pp. 401–411.

Ossenberg N.S. An argument for the use of total side frequencies of bilateral nonmetric skeletal traits in population distance analysis: the regression of symmetry on incidence. *American Journal of Physical Anthropology*, 1981, 54 (4), pp. 471–479. DOI: 10.1002/ajpa.1330540405.

Scott G.R. Population variation of Carabelli's trait. *Human Biology*, 1980, 52 (1), pp. 63–78.

Scott G.R., Irish J.D. *Human Tooth Crown and Root Morphology. The Arizona State University Dental Anthropology System*. Cambridge: Cambridge University Press. 2017. 342 p. DOI: 10.1017/9781316156629.

Tagaya A. A general model for symmetry and asymmetry of nonmetric traits and congenital anomalies and tumors: reviving the proposals sacrificed to false myths. *Anthropological Science*, 2022, 130 (2), pp. 75–91.

Turner C.G. II, Nichol C.R., Scott G.R. Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: the Arizona State University dental anthropology system. *Advances in Dental Anthropology*, 1991, 1, pp. 13–31.

Information about the authors

Leibova Natalya Aleksandrovna, PhD in History; ORCID ID: 0000-0003-0635-0725; nsuvorova@mail.ru

Smertin Pavel Romanovich; ORCID ID: 0009-0006-5765-3573; paulsmert@mail.ru

© 2025. This work is licensed under a CC BY 4.0 license