

ТОЛЩИНА СВОДА ЧЕРЕПА. ЧАСТЬ 2: МАТЕРИАЛЫ К ХАРАКТЕРИСТИКЕ АРКТИЧЕСКИХ И СИБИРСКИХ МОНГОЛОИДОВ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТОМОГРАММ)

Введение. Несмотря на значительное число работ, посвященных исследованию толщины свода черепа у современного и древнего человека, арктические группы и группы сибирских монголоидов в этом отношении остаются неизученными. Целью настоящей статьи была характеристика и введение в научный оборот новых данных по изменчивости признака у представителей этих популяционных групп.

Материалы и методы. Изучены компьютерные томограммы 69 мужских черепов из коллекций НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова, включающих эскимосов, чукчей, алеутов, бурят, эвенков, якутов и ульчей. Измерения толщины проведены в точках брегма, средней лобной, ламбде и в области наружного затылочного выступа; в дополнение измерена усредненная толщина лобной, затылочной (в сагиттальной плоскости) и теменной (в парасагиттальной плоскости) костей. Также проведен сбор дополнительных признаков, включающих три основных диаметра черепной коробки (Март. 1, 8 и 17) и балловую оценку степени облитерации швов черепа (как мера биологического возраста по программе Р. Мейндла и О. Лавджоя).

Результаты. Значения толщины костей свода черепа в рассмотренных выборках находятся в пределах вариаций средних для групп из других географических регионов. Наиболее низкими значениями характеризовались выборки алеутов, чукчей и ульчей, а наиболее высокими – выборка эвенков. В изученной сборной серии наблюдается достоверная положительная корреляция между толщиной лобной и теменной костей и объемом черепной коробки. Не выявлено достоверной связи между изучаемым параметром, формой черепной коробки (поперечно-продольным указателем) и степенью облитерации швов черепа.

Заключение. Введены в научный оборот новые данные по толщине костей свода черепа в выборках с территории Сибири (включая Чукотку) и Алеутских островов. В дальнейшем необходимо увеличить объем сопоставляемых выборок, в том числе включить в анализ группы, контрастные в отношении среды обитания. Это даст возможность проведения продуманного сравнительного анализа с возможностью выявления экологических факторов, влияющих на изменчивость изучаемого параметра.

Ключевые слова: краниология; компьютерная томография; строение костей черепа; Сибирь; Алеутские острова

Введение

В предыдущей работе [Карапетян, 2018] был представлен литературный обзор по современному состоянию исследований толщины костей свода черепа человека. Данной теме посвящено значительное число работ, цели которых варьируют от фундаментальных биологических до прикладных медицинских. Однако, если рассматривать все эти работы в совокупности, говорить о факторах,

достоверно влияющих на изменчивость признака, затруднительно. Географическая изменчивость признака, будучи предметом ряда исследований [Twisselmann, 1941; Adeloje et al., 1975; Brown et al., 1979; Ivanhoe, 1979; Brown, 1994; Hwang et al., 2000; Moreira-Gonzalez et al., 2006; Marsh, 2013], в основном анализировалась между разными по численности (нередко малыми по объему) выборками представителей разных рас. Единственный более или менее повторяющийся результат был

Таблица 1. Программа измерения, использованная в работе
Table 1. Measurement technique used in this study

Область измерения	Обозначение	Описание
Брегма	Bг	Толщина лобной кости в срединной плоскости непосредственно кпереди от венечного шва
Средняя лобная	MF	Толщина лобной кости на уровне перпендикуляра, восстановленного от середины хорды назион-брегма по [Axelsson et al., 2003]
Ламбда	La	Непосредственно на уровне шва
Вершина наружного затылочного выступа	Нар. зат. выст.	Наибольшая толщина на уровне наружного затылочного выступа
Усредненная толщина лобной кости	F	Несколько измерений на равных расстояниях друг от друга (7-15 измерений в зависимости от размеров и структуры кости) на участке офрион - брегма. Измерения усреднялись
Усредненная толщина теменной кости	P	Несколько измерений на равных расстояниях друг от друга (8-15 измерений в зависимости от размеров и структуры кости) на участке между венечным и ламбдовидным швом. Измерения усреднялись
Усредненная толщина затылочной кости	O	Несколько измерений на равных расстояниях друг от друга (7-15 измерений в зависимости от размеров и структуры кости) на участке между ламбдой и опистионом. Измерения усреднялись

получен для австралийских аборигенов, у которых наблюдаются завышенные значения средних по сравнению с другими современными группами [Brown et al., 1979; Brown, 1987, 1994; Marsh, 2013]. За исключением публикации Ф. Айвэнхоу [Ivanhoe, 1979], вопрос возможного влияния внешних факторов на изменчивость признака всерьез не рассматривался, однако предложен ряд гипотез, объясняющих изменчивость толщины костей свода черепа у современного человека [см. Marsh, 2013: pp. 163-166].

Изучение литературных источников показывает, что группы сибирских монголоидов в сравнительном анализе не представлены (выборку из 4 индивидов, которые были описаны Х. Марш [Marsh, 2013] как происходящие из Северной части России можно не учитывать). То же можно сказать и о представителях арктической расы, недостаточно изученных (Х. Марш исследовала одну выборку из 20 индивидов с территории Северной Канады и Гренландии). Таким образом, информацией по изменчивости признака у современных арктических и сибирских монголоидов мы не располагаем.

Цель настоящей статьи – характеристика и введение в научный оборот новых данных по изменчивости толщины костей свода черепа у представителей арктических и сибирских монголоидов, полученных путем изучения серии компьютерных томограмм черепов из коллекций НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова.

Материалы и методы

Измерение толщины свода черепа проведено на серии компьютерных томограмм (КТ) черепов из Фондов краниологии и остеологии человека НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова. Протокол, использованный при КТ-сканировании, описан в публикации А.А. Евтеева и А.Н. Грошевой [Evteev, Grosheva, 2019]. Расстояние между пикселями не превышало 0,5x0,5 мм, при толщине среза в 1 мм. Для анализа выбраны следующие серии: эскимосы (коллекция Наукан, 10 индивидов), чукчи (коллекция Имтук и Яндагай, 9 индивидов), алеуты (коллекция с Алеутских островов, 14 индивидов), буряты (коллекция Тунка, Могой и Троицко-Савский аймак, 12 индивидов), эвенки (коллекция Дагары, Горемыка, Тонкий мыс и Якутия, 10 индивидов), якуты (коллекции Олекминск, Средне-Вилуйский улус, Одунинский Наслег и Якутия, 5 индивидов) и ульчи (коллекции Ухта, Дуди, Кольгом и Монголи, 9 индивидов) (см. описание коллекций [Алексеева с соавт., 1986]). В анализ не включены индивиды с патологиями, приведшими к деформации костной ткани (исключены несколько случаев гуммозных поражений). Общая численность выборки составила 69 индивидов. Изученные черепа принадлежали взрослым мужчинам.

Все измерения проведены в программе Amira, версия 5.2.0, при следующих параметрах: mapping type – linear, transparency – none, sampling – finest, с точностью до сотой миллиметра. Описание методики измерения дано в таблице 1, и проиллюстрировано на рисунке 1. Для измерения были отобраны

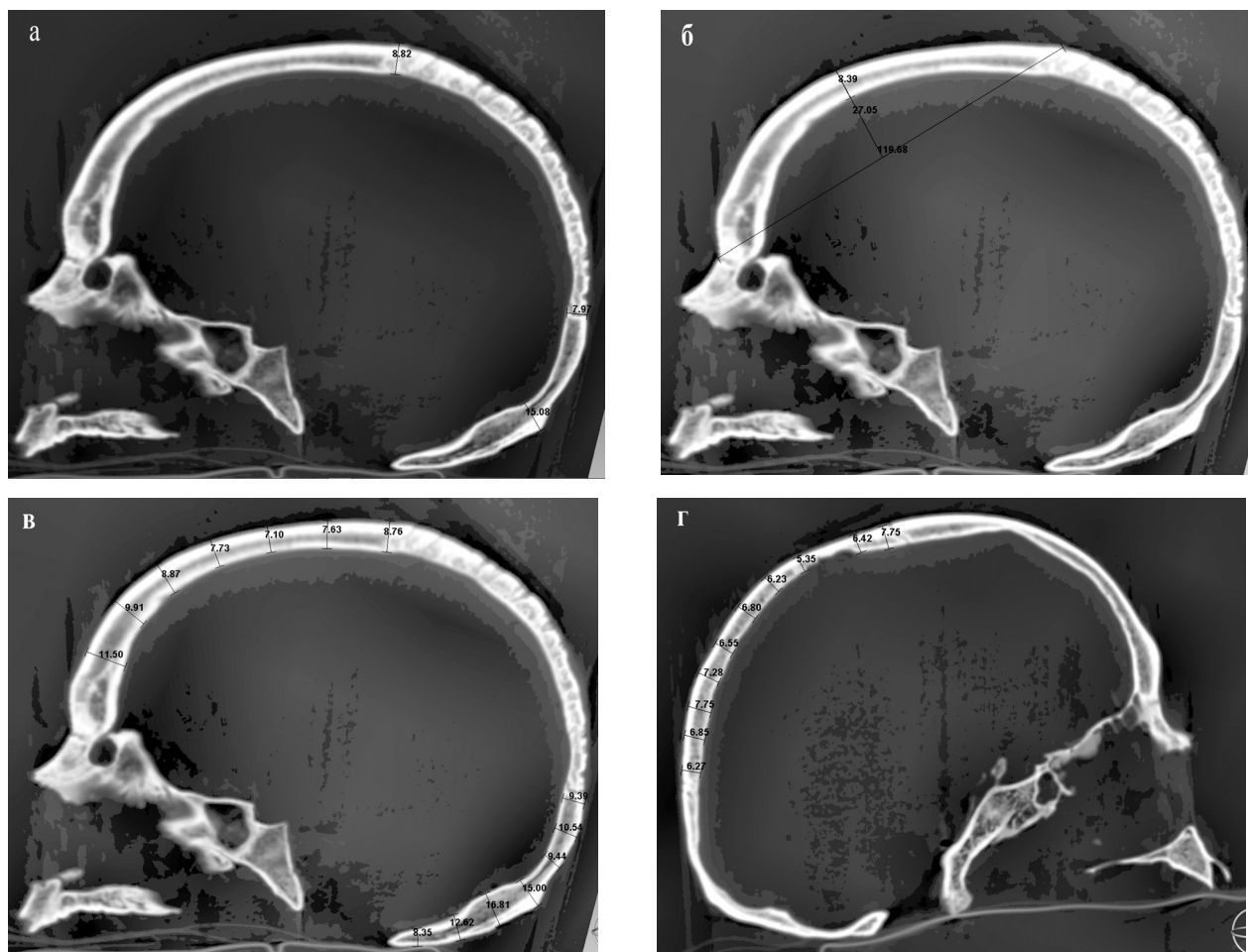


Рисунок 1. Иллюстрация техники измерения толщины костей на компьютерной томограмме черепа: а – в точках брегма, ламбда и на вершине наружного затылочного выступа, сагиттальный срез; б – в средней лобной точке, сагиттальный срез; в – усредненная толщина лобной и затылочной кости на сагиттальном срезе; г – усредненная толщина теменной кости на парасагиттальном срезе слева от сагиттального шва.

Изображение представлено в режиме гистограммы

Figure 1. Illustration of measurement technique: а – at bregma, lambda and at external occipital protuberance, sagittal section; б – at mid frontal, sagittal section; в – mean frontal and occipital thicknesses, sagittal section; г – mean parietal thickness at parasagittal section to the left from the sagittal suture. Computed tomography sections presented in Amira (v. 5.2.0) using histogram mapping type

3 точки наиболее часто представленные в литературе – это брегма (Br), средняя лобная (MF) и ламбда (La); а также дополнительные измерения, включающие толщину затылочной кости в области наружного затылочного выступа (как признак, отражающий массивность и рельефность черепа) и усредненную толщину лобной (F), теменной (P) и затылочной (O) костей. Все признаки, кроме усредненной толщины теменной кости, измерялись в сагиттальной плоскости. Сагиттальный срез производился через три точки: назион, брегма и ламбда. В случае, если череп был несимметричен и срез через эти три точки не приходился на срединную плоскость затылочной, для измерения затылочной кости производился дополнительный срез на уров-

не точек: ламбда, вершина наружного затылочного выступа и опистион. Измерение теменной кости производилось в парасагиттальной плоскости с тем, чтобы избежать наложения структур шва. С этой целью делался срез параллельно сагиттальному срезу слева от сагиттального шва на расстоянии около 7 мм от него. Для оценки ошибки метода было проведено повторное измерение 7 томограмм.

Для каждого черепа также оценивалось относительное соотношение толщины лобной, теменной и затылочной костей. При этом толщина одной кости считалась превосходящей толщину другой в том случае, если значения их усредненных толщин отличались более чем на 1 мм.

Таблица 2. Результаты вычисления ошибки, полученной при повторном измерении 7 черепов
Table 2. Intra-observer error calculated using a series of repeated measurements on 7 crania

Среднее значение в выборке	Br	MF	La	Нар. зат. выст.	Усредненная толщина		
					F	P	O
Признак, мм	7,54	6,82	7,73	14,02	7,21	6,30	9,16
Ошибка ^а , мм	0,23	0,31	0,18	0,60	0,17	0,27	0,33
Ошибка ^б , %	2,94	5,12	2,51	4,46	2,53	4,94	3,84

Примечания. а – без учета знака; б – вычислена по формуле: $\frac{\sum_1^k |X1 - X2| * 100}{X1}$ [Albanese, 2003].

Notes. a – the sign plus or minus does not account; б – calculated using: $\frac{\sum_1^k |X1 - X2| * 100}{X1}$ [Albanese, 2003].

Таблица 3. Средние показатели толщины костей свода черепа в изучаемых выборках
Table 3. Mean cranial vault thickness values in studied samples

Выборка	N	Средняя толщина в точках, мм				Средняя толщина кости, мм			Вариант свода	
		B	MF	La	Нар. зат. выступ	F	P	O	F/P	F/O
Эскимосы	10	7,88	7,63	7,45	12,37	7,82	7,13	9,10	F=P	O>F
Чукчи	9	6,63	6,31	6,38	14,16	6,30	6,14	9,24	F=P	O>F
Алеуты	14	7,52	6,46	6,27	11,60	6,86	5,77	7,52	F>P	F=O
Буряты	12	7,55	6,17	7,08	14,92	6,76	7,13	9,18	F=P	O>F
Эвенки	10	8,02	7,27	7,63	14,88	7,64	7,21	10,17	F=P	O>F
Якуты	5	7,32	7,40	6,04	12,65	7,47	6,45	8,72	F>P	O>F
Ульчи	9	6,78	5,71	9,91	12,20	6,26	6,44	8,19	F=P	O>F

Для оценки возможного влияния формы и размеров черепной коробки на толщину костей свода, каждый череп был измерен по трем основным диаметрам (Март. 1, Март. 8 и Март. 17). Измерения проведены на самих черепах (часть измерительных данных любезно предоставлена А.А. Евтеевым, по остальным черепах измерения проведены автором). Так как на многих черепах наблюдалась значительная потеря зубов (прижизненная или посмертная) или их патологическая стертость, в качестве меры биологического возраста выбрана степень облитерации швов черепа. Степень облитерации оценивалась по четырёхбалльной шкале для 10 участков согласно методике Р. Мейндла и О. Лавджоя [Meindl, Lovejoy, 1985]. Баллы, полученные для каждого черепа, затем суммировались. Все вычисления проведены в программах STATISTICA, v. 8.0, и Microsoft Excel.

Результаты

Ошибка измерения в среднем варьировала от 2,5 до 5% (табл. 2). В абсолютных значениях

она составляла в среднем от 0,2 до 0,3 мм при средних значениях признаков в 6-9 мм, за исключением толщины в области наружного затылочного выступа, где средняя ошибка достигала 0,6 мм, при среднем значении признака в выборке равном 14 мм. Различия между средними в двух сериях измерений недостоверны.

Полученные средние значения толщины свода в изучаемых сериях представлены в таблице 3¹. Значения толщины в трех стандартных точках (брегма, средняя лобная и ламбда) варьируют в пределах 6–8 мм. Средние значения этих признаков в сборной серии составляют 7,4, 6,7 и 6,9 мм соответственно. В целом, наиболее низкие значения зафиксированы для выборки чукчей и ульчей, а наиболее высокие – для выборки эскимосов и эвенков. Толщина в области наружного затылочного выступа достигает в среднем 13,4 мм, причем наиболее низкие значения зафиксированы у алеутов (11,6 мм), а самые высокие – у бурят и эвенков (14,9 мм). В совокупности, наиболее низкими значениями толщины характеризуются алеуты

¹ Индивидуальные данные могут быть предоставлены автором по запросу.

Таблица 4. Характеристика толщины костей свода черепа в суммарной выборке арктических и сибирских монголоидов (N=69)

Table 4. Cranial vault thickness characteristics in the pooled Arctic and Siberian sample (N=69)

Область измерения	M	SD	Категории изменчивости ^а				
			Очень малый	Малый	Средний	Большой	Очень большой
Br	7,42	1,24	3,3–5,5	5,6–6,7	6,8–8,1	8,2–9,3	9,4–11,5
MF	6,65	1,74	0,9–4,0	4,1–5,7	5,8–7,6	7,7–9,3	9,4–12,4
La	6,86	1,59	1,6–4,4	4,5–6	6,1–7,7	7,8–9,3	9,4–12,1
Нар. зат. выступ	13,3	3,56	1,6–7,8	7,9–11,3	11,4–15,3	15,4–18,8	18,9–25
F	7,00	1,40	2,4–4,8	4,9–6,2	6,3–7,8	7,9–9,2	9,3–11,6
P	6,61	1,09	3,0–4,9	5–6	6,1–7,2	7,3–8,3	8,4–10,2
O	8,82	1,61	3,5–6,3	6,4–7,9	8–9,7	9,8–11,3	11,4–14,1

Примечания. а – Вычислялись по В.П. Алексееву и Г.Ф. Дебецу [Алексеев, Дебец, 1964].

Notes. a – calculated using Alexeev and Debets [Alexeev, Debets, 1964].

(в основном это связано с малой толщиной затылочной и несколько сниженной толщиной теменной кости в этой выборке), а наиболее высокими – эвенки. Средние, стандартные отклонения и категории изменчивости значений толщины костей для сборной серии представлены в таблице 4.

Для изученных групп в целом характерен тип свода с близкими значениями толщины лобной и теменной костей, и заметно превосходящими их значениями толщины затылочной (табл. 3). На фоне всех групп выделяются алеуты, у которых как уже было сказано, наблюдается относительное истончение теменной и, особенно, затылочной костей. Вариант свода, при котором лобная и теменная кости имеют близкие по значению показатели толщины, а затылочная превосходит их по толщине встречается в 51% случаев (рис. 2). Также нередко встречались варианты, при которых теменная кость была относительно истончена, или когда толщина свода была распределена равномерно (19 и 13% соответственно). Реже всего встречались вариации лобной кости (относительное утолщение или истончение, по 9% случаев каждый) (рис. 3).

Напомним, что данные наблюдения относятся исключительно к измерениям на сагиттальном и парасагиттальном срезах. Толщина затылочной кости варьировала, помимо всего прочего, и в зависимости от морфологии её внутренних структур, т.е. от того в каком соотношении сагиттальный срез находился с бороздой верхнего сагиттального синуса и внутреннего затылочного выступа. В силу того, что борозда сагиттального синуса как правило смещена несколько вправо от сагиттальной плоскости, срез в большинстве случаев приходился на скат между ней и мозговой ямкой, пересекая при этом вершину внутреннего затылочного выступа и внутренний затылочный гребень. Хотя встречались и другие вариации области среза, в

общем тенденция к утолщению или истончению затылочной кости была очевидна.

Результаты корреляционного анализа между значениями толщины костей свода черепа и параметрами, характеризующими объем, форму черепной коробки и биологический возраст, представлены в таблице 5. В таблице 6 представлены средние значения соответствующих параметров в каждой из изученных выборок. В целом, наблюдается небольшая ($r=0,4-0,5$), но достоверная положительная корреляция между толщиной лобной и теменной кости, с одной стороны, и объемом черепной коробки, с другой. Толщина затылочной (в том числе толщина в точке ламбда) при этом достоверной связи с объемом черепной коробки не обнаруживает. Также при первичном корреляционном анализе выявлена достоверная отрицательная корреляция между толщиной затылочной кости и поперечно-продольным указателем, однако дальнейший анализ показал, что эта корреляция обусловлена наличием в общей выборке двух групп, противоположных в отношении морфологии свода и формы черепа. С одной стороны, это алеуты, у которых при высоких значениях черепного указателя затылочная кость была относительно тонкой. С другой – эвенки, у которых при низких значениях черепного указателя затылочная кость имела относительно высокие значения толщины (ср. табл. 6 и 3). Также не выявлено достоверной связи между изучаемым параметром и выбранным показателем биологического возраста (степень облитерации швов черепа). В то же время следует отметить, что для толщины теменной и затылочной костей были получены отличные от нуля (хотя и недостоверные) коэффициенты корреляции, имеющие при этом отрицательный знак. Возможно, это отражает возрастное снижение толщины костей свода черепа у некоторых индивидов. Например, у одного чукчи (коллекционный

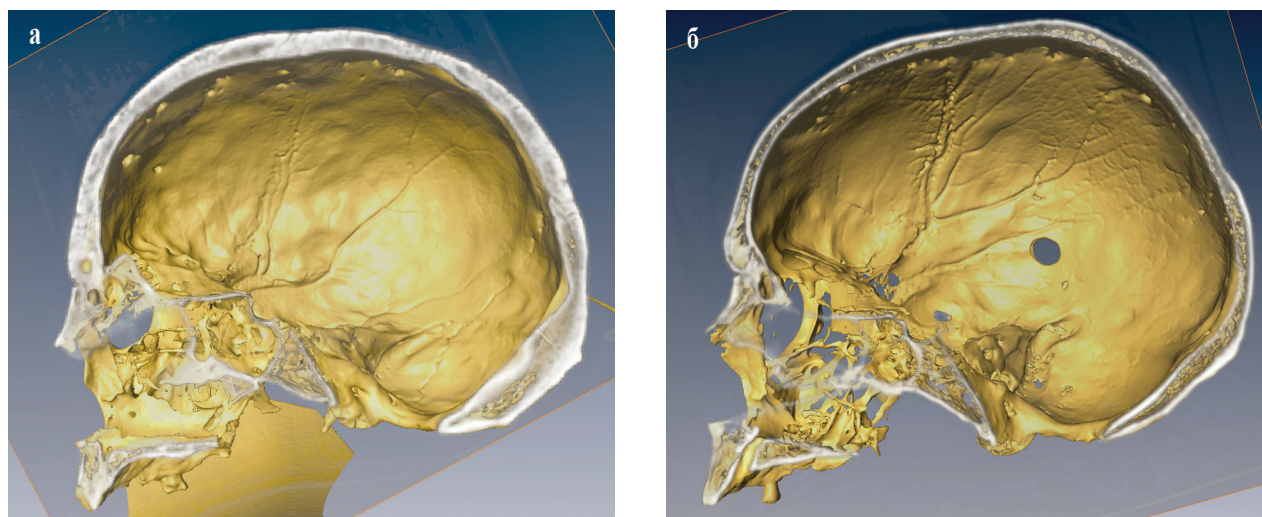


Рисунок 2. Пример наиболее часто встречающегося типа свода в изученных мужских выборках арктических и сибирских монголоидов: а – бурят, коллекционный номер 4599, лобная и теменная кости имеют средние показатели толщины при больших значениях толщины затылочной; б – чукча, коллекционный номер 290-220, кости заметно истончены (предположительно возрастная атрофия костной ткани), но сохраняют то же соотношение толщин друг относительно друга. Сагиттальные срезы, представлены в режиме «Alpha»

Figure 2. Examples of the vault types found most frequently in the studied Arctic and Siberian samples: а – Buryat, specimen #4599, frontal and parietal bones have similar average thickness values while the occipital is markedly thicker; б – Chukcha, specimen #290-220, cranial vault bones are markedly thinned (possibly age-related atrophy of the bone tissue) with the preservation of the same relative thicknesses by the three bones.

Sagittal sections, presented in Amira using “Alpha” mapping type

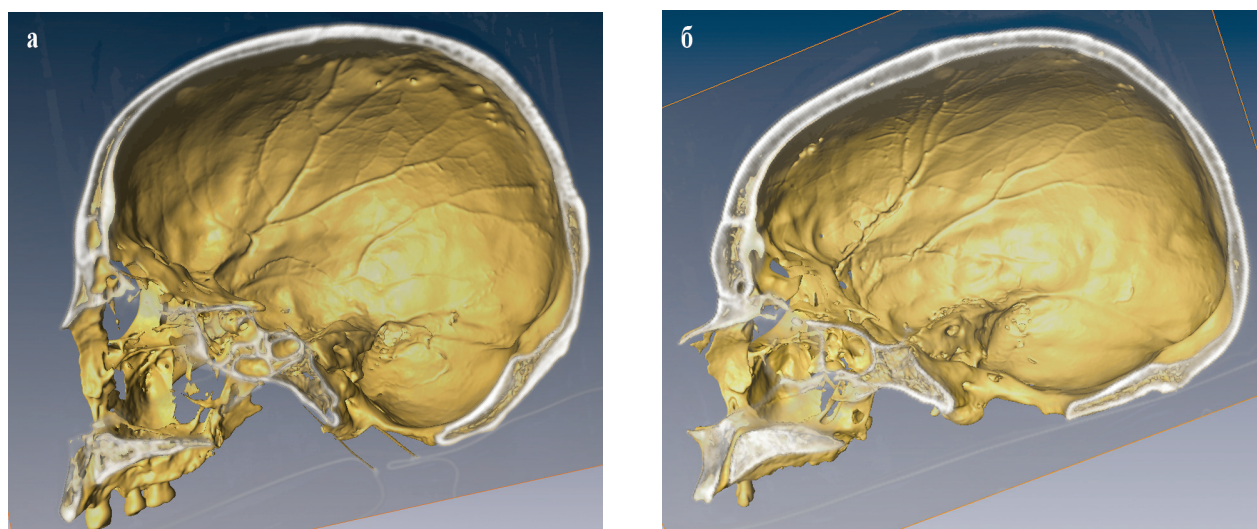


Рисунок 3. Пример наиболее редко встречающихся вариантов строения свода в изученных мужских выборках сибирских монголоидов: а – свод с относительно истонченной лобной костью (ульч, коллекционный номер 8552); б – свод с относительно утолщенной лобной костью (алеут, коллекционные номер 7795). Сагиттальные срезы, представлены в режиме «Alpha»

Figure 3. Examples of the vault types found least frequently in the studied Arctic and Siberian samples: а – a vault with relatively thinned frontal bone (Ulch, specimen #8552); б – a vault with relatively thickened frontal bone (Aleut, specimen #7795). Sagittal sections, presented in Amira using “Alpha” mapping type

Таблица 5. Результаты корреляционного анализа значений толщины костей свода черепа с показателями, характеризующими размер, форму черепной коробки и биологический возраст (суммарная выборка, N=66)

Table 5. Results of correlation analysis between cranial vault thickness values and characteristics of braincase size, braincase shape and biological age (pooled sample, N=66)

Область измерения	Коэффициенты корреляции Пирсона		
	Объем черепной коробки (1x8x17)	Поперечно-продольный указатель (8:1)	Степень облитерации швов черепа
Br	0,41*	0,02	-0,09
MF	0,51*	-0,02	-0,01
La	0,18	-0,13	-0,02
Нар. зат. выст.	0,16	-0,12	-0,00
F	0,51*	-0,04	-0,01
P	0,42*	-0,07	-0,17
O	0,20	-0,24*	-0,15

Примечания.*– Коэффициент достоверен на уровне $p < 0.05$.

Notes. *– Coefficient is significant at $p < 0.05$.

Таблица 6. Средние значения параметров, использованных в корреляционном анализе, согласно изучаемой этно-территориальной группе

Table 6. Mean sample-specific values of characteristics, used in correlation analysis

Выборка	Объем черепной коробки, мм ³	Поперечно-продольный указатель, %	Степень облитерации швов черепа, баллы
Эскимосы	3604511	81	8
Чукчи	3573788	79	10
Алеуты	3441335	82	14
Буряты	3591843	83	8
Эвенки	3585030	76	6
Якуты	3609040	82	16
Ульчи	3420345	79	13

номер 290-220) было визуально зафиксировано снижение костной массы костей лица (кости тонкие и «прозрачные»), сопровождающееся заметным снижением толщины костей свода черепа (рис. 2), при высоких показателях степени облитерации швов черепа (суммарный балл – 21) и значительной стертости жевательных поверхностей зубов нижней челюсти.

Обсуждение

Изученные в настоящей статье группы арктических и сибирских монголоидов неоднократно являлись объектом краниометрического исследования [Дебец, 1951; Алексеев, Балужева, 1976 и др.]. В то же время, ранее не представлялось возможным дать для них характеристику толщины свода черепа в силу затруднительности анализа этого параметра на целых черепах. В то же время, толщина свода черепа – это биологическая характеристика, интересовавшая многих исследователей

с точки зрения её связи с морфологией, экологическими факторами, грацилизацией и филогенезом [см. обзоры Карпетян, 2018; Marsh, 2013]. Учитывая, что в литературе данные по изменчивости толщины свода черепа в сибирских и арктических группах практически не представлены и они не были включены в анализ этого признака у современного человека, а также тот факт, что указанные группы обнаруживают ряд адаптивных особенностей и характеризуются специфическим образом жизни, изучение изменчивости этого параметра и последующий сравнительный анализ может быть довольно интересным. Полученные серии КТ-изображений позволяют нам провести измерения недеструктивными методами, используя возможности современного программного обеспечения.

Рассчитанная в настоящем исследовании ошибка измерения несколько завышена (до 5%) по сравнению с допустимыми значениями для признаков, измеренных классическими остеометрическими

методами (до 2,5% [Albanese, 2003]). Это, вполне ожидаемо, т.к. в данном случае она складывается не только из самой ошибки измерения конкретного исследователя, но и из ряда других переменных. Во-первых, это точность визуализации медицинских компьютерных томограмм по сравнению, например, с микроКТ, а во-вторых – возможное небольшое смещение плоскости, по которой проводится сагиттальный срез при повторном анализе. На большую точность результатов, полученных путем анализа микроКТ в сравнении с КТ, используемыми в клинической практике, в частности, обращают внимание С. Боруа и соавторы [Boruah et al., 2015] и Э. Лилли и соавторы [Lillie et al., 2015]. Например, средняя разница между толщиной компактных пластинок костей черепа, измеренных на микроКТ и на КТ по данным Э. Лилли и соавторов составляет 0,11 мм (без учета знака). С. Боруа и соавторы обращают внимание на существующую в литературе тенденцию к снижению приводимых толщин компактных пластинок по мере развития более точных методов визуализации. Схожий уровень ошибки измерения характерен и для других методов визуализации. Так, ошибка измерения толщины костей свода по рентгенограммам варьирует в пределах 0,1–0,5 мм [Jacobsen et al., 2008]. Отметим, что в настоящем исследовании точность практически всех измерений находилась в рамках разрешающей способности томограммы. При этом наибольшая точность измерения достигнута для точечных измерений в области брегмы и ламбды, а также для усредненной толщины лобной кости.

По литературным данным средние значения толщины костей свода черепа у человека составляют около 6,8 мм в области брегмы, 6,0 мм – в средней лобной точке и 8,1 мм – в области ламбды [Звягин, 1975; Twiesselmann, 1941; Roche, 1953; Brown et al., 1979; Ivanhoe, 1979; Smith et al., 1985; Brown, 1987, 1994; Ishida, Dodo, 1990; Gauld, 1996; Axellson, 2003; Arntsen et al., 2008; Jacobsen et al., 2008; Sabancэорpullari et al., 2012; Marsh, 2013]. Причем минимальные средние значения этих показателей зафиксированы в выборке парижских и брюссельских женщин (4,9, 4,0 и 5,7 соответственно) [Twiesselmann, 1941], а максимальные – в мужской выборке позднейплейстоценовых *Homo sapiens* с территории Австралии (Кубул Крик) (10,8, 10,4 и 12,8 мм соответственно) [Brown, 1987]. Если не учитывать позднейплейстоценовые находки, то вариация средних показателей толщины в современных группах человека (начиная с неолита) составляет 4,9–8,9 мм в точке брегма, 4,0–8,1 мм в средней лобной точке и 5,7–11,2 мм в области ламбды, причем во всех случаях максимальные показатели зафиксированы для австралийских

аборигенов [Twiesselmann, 1941; Brown, 1987; Marsh, 2013], а в случае с брегмой также для выборки мужских черепов периода Дзёмон с территории Японии [Ishida, Dodo, 1990]. Что касается наибольшей толщины затылочной кости, которая зачастую совпадает с толщиной на уровне наружного затылочного выступа, то представленные в литературе средние значения варьируют в пределах 13–15 мм [Brown, 1987, 1994; Gauld, 1996]. Таким образом, значения толщины в разных точках свода черепа как в суммарной выборке арктических и сибирских групп, так и в отдельных изученных выборках, находятся в пределах вариаций средних в других группах современного человека.

В литературных источниках выделены различные типы строения черепного свода, варьирующие в зависимости от используемой методики. Наиболее подробно этот вопрос был рассмотрен Х. Марш [Marsh, 2013] на 137 индивидах, происходящих из разных популяционных групп человека. По её результатам, наиболее часто встречается тип свода с утолщением в области бугров (43,5% случаев), а на втором месте по частоте встречаемости находится тип свода с утолщением по сагиттале (14,5% случаев), причем этот вариант встречается чаще у мужчин. В то же время варианты свода с утолщенными лобными или затылочными костями встречаются реже (6,6% и 13% соответственно). В настоящем исследовании, напротив, наиболее частым типом строения свода был таковой с утолщением затылочной кости, однако говорить о популяционных различиях по этому признаку преждевременно, т.к. методики измерения в работах отличаются. Так, в работе Х. Марш измерения затылочной кости включали только верхнюю часть чешуи, причем на эту область накладывалась «сетка». В настоящей же работе речь идет о толщине вдоль сагиттального среза. Отчасти схожие результаты получены П. Якобсен [Jacobsen et al., 2008] при изучении латеральных цефалогрaмм, где наибольшие значения толщины наблюдались на уровне средней затылочной точки, а наименьшие – на уровне средней лобной (8,8 и 6,3 мм в группе контроля соответственно).

В настоящей работе показана слабая, но достоверная корреляция между величиной черепной коробки и толщиной лобной и теменной кости в пределах изученной серии, в то время как связь с формой черепной коробки (поперечно-продольным указателем) и выбранным показателем биологического возраста на сколь либо достоверном уровне подтверждения не находит. Результаты, касающиеся этих вопросов, в литературе трактуются противоречиво. Одни авторы подтверждают связь толщины костей свода черепа с размерами черепной

коробки или размерами тела [Smith et al., 1985; Brown, 1987, 1994; De Boer et al, 2016], другие эту связь отрицают [Hwang et al., 1999; Marsh, 2013]. То же касается и возрастной динамики признака [см. обзор Карпетян, 2018, с. 19-20]. Достоверная корреляция между толщиной костей и размерами черепной коробки вероятно все же существует. Это ожидаемо, учитывая, что пики роста этих двух параметров в онтогенезе совпадают [Anzelmo et al., 2015].

В настоящий момент говорить об анализе экологической изменчивости изучаемого признака в пределах исследованных сибирских и арктических групп не представляется возможным в силу небольших численностей каждой из них. К сожалению, материалы исследования были ограничены небольшим числом индивидов, включенных в коллекцию компьютерных томограмм. Следует сказать, однако, что данная проблема является общей для многих работ подобного рода (например, средний объем выборок, на которых была выполнена диссертационная работа Х. Марш [Marsh, 2013] составляет 15 индивидов). Это обстоятельство, а также факт отсутствия унифицированной методики измерения, создает сложности для сравнительного анализа. Дальнейшее исследование требует увеличения объема сопоставляемых выборок, в том числе включения в анализ контрастных в отношении среды обитания групп, а также продуманного подхода при сравнительном географическом анализе.

Заключение

Толщине свода черепа посвящено значительное число работ. В то же время группы сибирских монголоидов в сравнительном анализе не представлены, а арктические группы представлены крайне скудно. В настоящем исследовании описаны и введены в научный оборот новые данные по толщине костей свода черепа у 69 индивидов из популяционных групп с территории Сибири (включая Чукотку) и Алеутских островов.

Значения толщины костей свода черепа в группах арктических и сибирских монголоидов находятся в пределах вариаций средних для групп из других географических регионов. В целом, более низкие значения наблюдаются в выборке алеутов (за счет относительно низкой толщины теменной и затылочной костей), а также чукчей и ульчей (за счет относительно низкой толщины лобной), а более высокие – в выборке эвенков. В то же время, в силу малочисленности отдельных

выборок, рассуждать о закономерностях изменчивости признака, в том числе и в связи с экологическими факторами, в пределах сибирских и арктических групп преждевременно. В настоящий момент удастся выделить лишь один фактор, достоверно влияющий на изменчивость толщины костей свода черепа в изученной выборке – это размер черепной коробки, с которым положительно связана толщина лобной и теменной костей. В дальнейшем, необходимо увеличить объем сопоставляемых выборок. Это даст возможность проведения продуманного сравнительного анализа с возможностью выявления влияния других факторов на изменчивость изучаемого параметра.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 17-29-04125. Автор выражает искреннюю признательность А.А. Евтееву за предоставленные данные по изучаемым выборкам, а также за помощь в работе с программой Amiga.

Библиография

- Алексеев В.П., Балуева Т.С. Материалы по краниологии нууцканских эскимосов. (К дифференциации арктической расы) // Советская этнография, 1976. № 1. С. 84-100.
- Алексеев В.П., Дебец Г.Ф. Краниометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука, 1964. 128 с.
- Алексеева Т.И., Ефимова С.Г., Эренбург Р.Б. Краниологические и остеологические коллекции Института и Музея антропологии МГУ. М.: Изд-во Московского университета, 1986. 224 с.
- Дебец Г.Ф. Антропологические исследования в Камчатской области / Труды Института этнографии им. Н.Н. Миклухо-Маклая. Новая серия (Т. 17). М.: Изд-во Академии наук СССР. 1951. 261 с.
- Звягин В.Н. О возрастной изменчивости толщины костей свода черепа // Судебно-медицинская экспертиза, 1975. № 1. С. 11.
- Карпетян М.К. Толщина свода черепа. Часть 1: теоретические аспекты исследования // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2018. № 2. С. 17-25.

Сведения об авторе

Карпетян Марина Кареновна, к.б.н.;

ORCID ID: 0000-0003-1886-8943; marishkakar@hotmail.com.

Karapetian M.K.

*Lomonosov Moscow State University, Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology,
11, Mokhovaya str., Moscow, 125009, Russia*

STUDYING CRANIAL VAULT THICKNESS. PART 2: NEW DATA ON ARCTIC AND SIBERIAN GROUPS (BASED ON COMPUTED TOMOGRAPHY SCAN ANALYSIS)

Introduction. *Although cranial vault thickness was a subject of numerous studies on modern and ancient humans, Arctic and Siberian groups are unexplored in this respect. The aim of the current study was to present and characterize new data on cranial vault thickness in these population groups.*

Materials and Methods. *Overall, computed tomography scans of 69 men's crania from the Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology collections were studied. These included Eskimo, Chukchi, Aleuts, Buryats, Evenks, Yakuts and Ulchis. The point measurements of thickness were made at Bregma, Mid Frontal, Lambda and external occipital protuberance. Also mean thickness of the frontal, occipital (on sagittal plane) and parietal bones (on parasagittal plane) were estimated. Each cranium was studied for additional traits including maximum length, breadth and height (Mart. 1, 8 and 17) as well as the degree of suture obliteration (as an estimate of biological age) (after Meindl and Lovejoy).*

Results. *Cranial vault thickness in Arctic and Siberian groups was within mean values reported previously for other human population groups. Aleuts, Chukchi and Ulchis had lower overall values of thickness while the highest values were observed for Evenks. A significant correlation was observed between the size of the braincase and the thickness of the frontal and parietal bones. While no significant correlation existed between the form of the braincase (cranial index), the degree of suture obliteration and the thickness of cranial bones.*

Conclusion. *The article presents new data on cranial vault thickness in Arctic and Siberian groups. In future, it would be necessary to increase sizes of the comparative samples as well as to perform analysis between groups living in different environmental conditions. This would enable to perform a meaningful comparative analysis allowing to reveal possible influence of ecological factors on the variability of the studied trait.*

Keywords: Craniology; computed tomography; cranial bone morphology; Siberia; Aleutian Islands

References

- Alexeyev V.P., Baluyeva N.S. Materialy po kraniologii naukanskih eskimosov (k differentsiatsii arkticheskoy rasy) [On the craniology of Naukan Eskimo (differentiation of the arctic race)]. *Sovetskaya etnografiya* [Soviet Ethnography], 1976, 1, pp. 84-100. (In Russ.)
- Alexeyev V.P., Debets G.F. *Kraniometriya. Metodika kraniometricheskikh issledovaniy* [Cranio-metry. Methods of craniometric study]. Moscow, Nauka Publ., 1964. 128 p. (In Russ.)
- Alexeyeva N.I., Efimova S.G., Erenbourg R.B. *Kraniologicheskiye i osteologicheskiye kolektsii Instituta i Museya antropologii MGU* [Craniological and Osteological collections of the Institute and Museum of Anthropology of the MSU]. Moscow, MSU Publ., 1986. 224 p. (In Russ.)
- Debets G.F. Antropologicheskiye issledovaniya v Kamchatskoy oblasti [Anthropological studies in Kamchatka Oblast]. In: *Trudi Instituta etnographii imeni N.N. Miklukho-Maklaya. Novaya Seriya (Tom 17)* [Writings of the Institute of Ethnography of the Academy of Sciences of the Soviet Union. New series (Vol. 17)]. Moscow, Akademiya Nauk SSSR Publ., 1951. 261 p. (In Russ.)
- Zvyagin V.N. O vozrastnoy izmen'chivosti tolshini kostey svoda cherepa [Age changes of cranial vault thickness]. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* [Forensic Medical Expertise], 1975, 1, p. 11.
- Karapetian M.K. Tolshina svoda cherepa. Chast' 1: teoreticheskiye aspekti issledovaniya [Studying cranial vault thickness. Part 1: Theoretical aspects]. *Vestnik Moskovskogo universiteta Seriya XXIII. Antropologiya* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2018, 2, pp. 17-25. (In Russ.)
- Adeloye A., Kattan K.R., Silverman F.N. Thickness of the normal skull in the American Blacks and Whites. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1975, 43 (1), pp. 23-30.
- Albanese J. A metric method for sex determination using the hipbone and the femur. *J. Forensic Sci.*, 2003, 48 (2), pp. 263-273.
- Anzelmo M., Ventrice F., Barbeito-Andr s J., Pucciarelli H.M., Sardi M.L. Ontogenetic changes in cranial vault thickness in a modern sample of Homo sapiens. *Am. J. Hum. Biol.*, 2015, 27 (4), pp. 475-85.
- Arntsen T., Kjaer I., Sonnesen L. Skull thickness in patients with skeletal Class II and Class III malocclusions. *Orthod. Craniofac. Res.*, 2008, 11 (4), pp. 229-234.
- Axelsson S., Kjaer I., Bj rnland T., Storhaug K. Longitudinal cephalometric standards for the neurocranium in Norwegians from 6 to 21 years of age. *Eur. J. Orthod.*, 2003, 25 (2), pp. 185-198.

- Boruah S., Paskoff G.R., Shender B.S., Subit D.L., Salzar R.S. et al. Variation of bone layer thicknesses and trabecular volume fraction in the adult male human calvarium. *Bone*, 2015, 77, pp. 120-134.
- Brown P. Pleistocene homogeneity and Holocene size reduction: The Australian human skeletal evidence. *Archaeology in Oceania*, 1987, 22 (2), pp. 41-67.
- Brown P. Cranial vault thickness in Asian Homo erectus and Homo sapiens. *Cour Forsch-Inst Senckenberg*, 1994, 171, pp. 33-46.
- Brown T., Pinkerton S.K., Lambert W. Thickness of the Cranial Vault in Australian Aborigines. *Archaeology in Oceania*, 1979, 14 (1), pp. 54-71.
- De Boer H.H., Van der Merwe A.E., Soerdjbalie-Maikoe V.V. Human cranial vault thickness in a contemporary sample of 1097 autopsy cases: relation to body weight, stature, age, sex and ancestry. *Int. J. Legal Med.*, 2016., 130 (5), pp. 1371-1377.
- Evteev A.A., Grosheva A.N. Nasal cavity and maxillary sinuses form variation among modern humans of Asian descent. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 2019, 1-13. 10.1002/ajpa.23841. [Epub ahead of print].
- Gauld S.C. Allometric patterns of cranial bone thickness in fossil hominids. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1996, 100, pp. 411-426.
- Hwang K., Kim J.H., Baik S.H. The thickness of the skull in Korean adults. *J. Craniofac. Surg.*, 1999, 10 (5), pp. 395-399.
- Hwang K., Hollinger J.O., Chung R.S., Lee S.I. Histomorphometry of parietal bones versus age and race. *J. Craniofac. Surg.*, 2000, 11 (1), pp. 17-23.
- Ishida H., Dodo Y. Cranial thickness of modern and neolithic populations in Japan. *Hum. Biol.*, 1990, 62 (3), pp. 389-401.
- Ivanhoe F. Direct correlation of human skull vault thickness with geomagnetic intensity in some northern hemisphere populations. *J. Hum. Evol.*, 8 (4), 1979, pp. 433-444.
- Jacobsen P.E., Kjør I., Sonnesen L. Skull thickness in patients with skeletal deep bite. *Orthod. Craniofac. Res.*, 2008, 11, pp. 119-123.
- Lillie E.M., Urban J.E., Weaver A.A., Powers A.K., Stitzel J.D. Estimation of skull table thickness with clinical CT and validation with microCT. *J. Anat.*, 2015, 226 (1), pp. 73-80.
- Marsh H.E. *Beyond thick versus thin: mapping cranial vault thickness patterns in recent Homo sapiens*. PhD Thesis, University of Iowa, 2013.
- Meindl R.S., Lovejoy C.O. Ectocranial suture closure: a revised method for the determination of skeletal age at death based on the lateral-anterior sutures. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1985, 68 (1), pp. 57-66.
- Moreira-Gonzalez A., Papay F.E., Zins J.E. Calvarial thickness and its relation to cranial bone harvest. *Plast. Reconstr. Surg.*, 2006, 117 (6), pp. 1964-71.
- Roche A.F. Increase in cranial thickness during growth. *Hum. Biol.*, 1953, 25 (2), pp. 81-92.
- Sabancyodullary V., Kobar M.Y., Salk I., Erdil F.H., Oztoprak I. et al. Diploe thickness and cranial dimensions in males and females in mid-Anatolian population: an MRI study. *Forensic Sci. Int.*, 2012, 219 (1-3), pp. 289.e1-7.
- Smith P., Wax Y., Becker A., Einy S. Diachronic variation in cranial thickness of Near Eastern populations. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 1985, 67 (2), pp. 127-33.
- Twisselmann F. Methode pour l'evaluation de l'epaisseur des parois craniennes. *Bulletin du Musee Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, 1941, 17 (48), pp. 1-33. (In French).

Information about Author

Karapetian Marina, PhD, ORCID ID: 0000-0003-1886-8943; marishkakar@hotmail.com.