

АНТРОПОЛОГИЯ

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОСТНОЙ ТКАНИ НАРЫМСКИХ СЕЛЬКУПОВ¹

А.Н. Багашев*, Д.В. Московченко, Д.И. Ражев***, О.Е. Пошехонова******

Для определения структуры питания селькупов был проведен микроэлементный анализ костных останков. Формирование состава живых организмов происходило на фоне высокой водомиграционной активности Ca, Sr, Fe, Mn и низкой — Zn и Cu. Крайне низкое содержание стронция в костных останках селькупов вместе с высоким содержанием меди и цинка со всей очевидностью свидетельствует об абсолютном доминировании животных белков в составе их рациона. Этот вывод вполне соответствует этнографическим данным.

Нарымские селькупы, микроэлементы, макроэлементы, диагенез, рацион питания, палеодиета.

Костный материал из археологических раскопок древних некрополей представляет собой богатейший источник информации о разных сторонах жизни населения. Одним из оригинальных направлений извлечения этой информации является изучение химического состава костной ткани. В результате такого исследования приобретаются знания о рационе древних коллективов, социальном статусе индивидов, болезнях, вызванных недостатком либо избытком химических элементов, и в целом о положении человеческого организма в биогеохимической части экологической системы.

Цель работы — реконструировать диету средневековых коренных обитателей таежной зоны Западной Сибири — нарымских селькупов на основании анализа элементного состава костной ткани. Исследование базируется на представлении о том, что химический состав человеческого тела закономерным образом соответствует составу потребляемых продуктов. Верно это и в отношении костей, которые не только являются частью опорно-двигательного аппарата, но и активно участвуют в метаболизме. В данном случае интересен тот аспект, что в костной ткани накапливаются химические элементы, отражающие состав потребляемой пищи. Костная ткань включает органический и неорганический компоненты, первый состоит преимущественно из коллагена, второй — из гидроапатита кальция. Поступающие из пищи элементы депонируются в твердой, неорганической части кости. Изучение индикаторных микро- и макроэлементов (Cu, Zn, Sr, Ca, Mg) позволяет объективно оценить особенности питания, а также выявить заболевания, связанные с обменом веществ. Подобный метод широко применяется для реконструкции палеодиет населения различных географических районов и исторических периодов [Pate, 1994]. Например, был проведен анализ микроэлементного состава костных останков обитателей западно-сибирской лесостепи раннего железного века [Матвеева и др., 2004], что позволило выявить некоторые особенности их рациона.

Материал и методы

Исследованы костные останки из селькупских могильников, расположенных в Нарымском Приобье, включая бассейны крупных притоков Оби — Тыма, Парабели и Кети (рис. 1). В административном отношении эта территория локализуется в пределах Колпашевского, Верхнекетского и Бакчарского районов Томской области. Для анализа были отобраны образцы костной ткани 126 индивидов из 21 могильника, функционировавших с X по XIX в. (табл. 1). Для стабилизации изменчивости концентраций химических элементов из каждого некрополя отбиралось примерно по 15 проб. Для получения представления о половозрастных различиях палеодиеты

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 10-06-00045А) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Традиции и инновации в истории и культуре» (проект «Изменчивость адаптивных возможностей и санологического состояния аборигенов Сибири в конце I — середине II тыс. н.э.»).

населения из могильника по возможности брали образцы костной ткани пяти мужчин, пяти женщин и пяти детей. В итоге весь материал сгруппировался в 9 совокупностей. Несмотря на широкую датировку, все памятники уверенно соотносятся исследователями с селькупками, формирование материальной и духовной культуры которых происходило на этой территории с древнейших времен [Чиндина, 1991; Боброва, 1992, 2007; Пелих, 1972]. Антропологические материалы из этих могильников также позволяют уверенно говорить об их принадлежности к тому физическому типу, характеристики которого полностью соответствуют облику современных нарымских селькупов [Багашев, 2001, 2002].

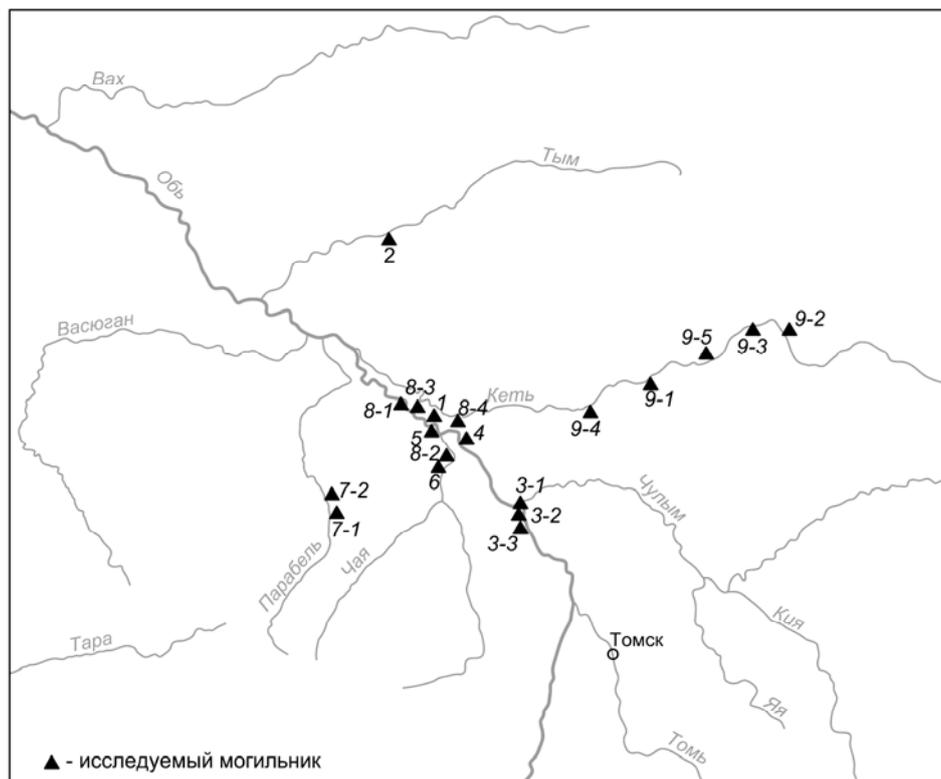


Рис. 1. Расположение могильников, из которых отобраны образцы костной ткани для исследований (номера по табл. 1)

Определение химического состава костной ткани проводилось в лаборатории химического факультета ТюмГУ. Образцы тщательно очищались и промывались дистиллированной водой. В основном для химических анализов использовались кости черепа, в меньшей степени иные элементы скелета. Кости, помещенные в тигли, доводились до постоянного веса в термостате при температуре 105 °С. Затем проводилось озоление образцов в муфельной печи в течение 48–72 ч при температуре 550 °С (до постоянной массы) с добавлением 10%-ного раствора азотной кислоты. Зольный остаток растирали в фарфоровой ступке, отбирали 1,0 г золы, растворяли в 10 мл 10%-ной азотной кислоты, раствор выдерживали на водяной бане в течение часа, пробу отфильтровывали в мерную колбу объемом 50 мл. Раствор до метки доводили дистиллированной водой. Определение Ca и Mg проводили титриметрическим методом. Для определения Sr, Ni, Zn, Cu, Cd и Pb был использован атомно-абсорбционный спектрофотометр ASS-30. Для определения Mn, Fe и P₂O₅ использовали фотоколориметр КФК-3. Минимальный предел определения концентраций составлял: Cd, Sr — 0,5 мг/кг; Cu, Pb — 1 мг/кг; Zn, Ni, Mn — 5 мг/кг. Содержание элементов рассчитывали относительно массы сухой кости.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета Excel и включала в себя определение среднего (M), стандартного отклонения (SD), а также ранговых коэффициентов корреляции. В случае если содержание элемента было ниже предела обнару-

Химический анализ костной ткани нарымских селькупов

жения, для статистических подсчетов использовалась половина значения нижнего предела измерений в соответствии с нормативными документами [МР 18.1.04-2005].

Таблица 1

Могильники, из которых отобраны образцы костной ткани для исследований

№ группы	№ на карте	Могильник	Могилы	Датировка (века н.э.)	Пол, возраст
1	1	Иготкинский	к. 2 п. 1 (чер. 1, 2), 3–5, 6, 8; к. 3 п. 2 (костяк 1); к. 1 п. 2; к. 3 ЮВ сект.	XIV–XVII	♂-6, ♀-3, дети-2
2	2	Бедеровский Бор I	м. 15, 15а, 17, 18, 19, 21, 22	XII–XIV	♂-6, ♀-2, дети-4
		Бедеровский Бор II	м. 41, 54 (прав.)		
		Бедеровский Бор III	м. 2, 3		
3	3-1	Федоровский	к. 1 п. 1; к. 2 п. 1, 2 (2); к. 3 п. 2 (1); к. 4 п. 1, 3, СЗ сект., сект. 1, ЮВ п.; к. 4 (1); к. 11 п. 1 (1), 2	XV–XVII	♂-6, ♀-5, дети-5
	3-2	Осиновая Грива	к. 9 п. 1	XV–XVIII	
	3-3	Могильник на р. Пачанга	к. 5 м. 4 (3б, 3г, 5)	XVI	
4	4	Тискинский	к. 4 п. 9 сект. 4 скопл. 3, п. 10, 133 лев.; к. 7 п. 1, 9, 24, 27, 30 (4), 37; к. 8 п. 1, 2, 3, 15, 24; к. 8а; к. 12 п. 15, 17 (3); п. 8	XII–XIX	♂-5, ♀-4, дети-10
5	5	Тяголовский	к. 2 п. 1, 6В, 6Е, 14, 21, 20, 22, 23, скопл. 1 ч. 1, 2; к. 4 п. 1, 2, 4/4	XII–XIV	♂-5, ♀-6, дети-1
6	6	Барклай	к. 1 п. 1, 3, 8 ЮЗ сект. ч. 1; к. 7 п. 5, 9, 10, 18, ?, 20; к. 5 п. 13 (6); п. 35, 39, 67	X–XIX	♂-5, ♀-5, дети-4
7	7-1	Сухая Речка	к. 1 п. 1 (7), 1 (1), 1/2 (прав. и лев.), граб. яма	XVI–XVII	♂-5, ♀-5, дети-3
	7-2	Кустовский	к. 2 ч. 2; к. 5 п. 6; к. 6 п. 1, 2; к. 8 п. 1; к. 13 п. 1, 2; к. 16	XVI–XVII	
8	8-1	Мигалка	п. 1, 1 (2), 3, 5, 9, 10, 43, 48, 53, 58, 63, 66	XVII–XVIII	♂-5, ♀-8, дети-5
	8-2	Кладбище у дер. Могильный Мыс	м. 6, 15, ?, сборы	XIX — нач. XX	
	8-3	Тебенякский	Погребение в поле кургана	XVII	
	8-4	Елтыревский I	к. 1 п. 2 (2)	XV–XVII	
9	9-1	Максимоярский	к. 6, 8	XVI	♂-7, дети-4
	9-2	Лукьяновский	к. 3, 9, 11, 29	XVII–XVIII	
	9-3	Могильник у бывших юрт Пириных	к. 7 м. 1	XVI–XVIII	
	9-4	Карбинский	к. 1 п. 2; к. 10	XVII	
	9-5	Могильник на р. Путыка	п. 1	XVIII	

Результаты и обсуждение

Обобщенные данные элементного состава костных останков селькупов представлены в табл. 2. При сопоставлении их с ранее опубликованными данными об элементном составе костной ткани как древнего, так и современного населения прежде всего обращает на себя внимание очень высокое содержание таких элементов, как медь, цинк, никель, свинец, магний, железо и марганец, и очень низкое — стронция. Концентрация кальция при этом укладывается в значения нормы. Сходство наблюдается только с данными, полученными при палеоэкологическом изучении населения западно-сибирской лесостепи [Матвеева и др., 2004].

Кроме этого, для элементов Cu, Pb, Sr, Zn, Mn, Fe выявлен очень широкий диапазон варьирования. Сходные результаты были получены Т.Г. Крымовой [2008] при анализе субфоссильных костных останков: максимальное значение концентрации свинца превышало минимальное в 300 раз, меди — в 50 раз, марганца — в 102 раза. Широкий разброс значений микроэлементного состава отмечался и другими исследователями [Pate, 1994].

Очевидно, что элементный состав костных останков на индивидуальном уровне отличается ярко выраженным своеобразием. В них чрезвычайно мало стронция, но содержание других микроэлементов очень велико, причем варьирование концентраций весьма существенно. Незначительный разброс по количеству и соответствие другим данным отмечено только для важнейшего элемента скелета — кальция. Причинами этого могут быть как особенности рациона, так и своеобразие геохимических условий среды обитания, а также некоторая специфика методики определения концентрации элементов. При этом влияние окружающей природной среды может проявляться как при жизни организма — через состав потребляемой пищи, воды, воздуха, так и в процессе диагенеза — посмертного преобразования останков. Региональные био-

геохимические особенности (повышенные или пониженные концентрации элементов) и ландшафтно-геохимические свойства, определяющие подвижность элементов и способность их перехода из биокосных систем в биотические, в той или иной степени сказываются на составе человеческих организмов. В частности, доказано влияние изменчивости геологического строения местности на состав костных останков биоты различных трофических уровней [Pate, 1994]. Таким образом, успешные палеореконструкции структуры питания древнего человека возможны только при учете биогеохимических особенностей региона обитания.

Таблица 2

Концентрация химических элементов в костной ткани селькупов в сопоставлении с обобщающими оценочными данными различных авторов (мг/кг абс. сух. веса)

Элемент	Селькупы, X–XIX вв.	Zaichick et al., 2009	Iyengar, Tandon, 1999	Крымова, 2008. Современный человек	Крымова, 2008. Суб-фоссильные останки	Александровская, Панова, 2002	Матвеева и др., 2004
	M±SD	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	M
Ca, %	21,5±2,9	7,6–40,0	8,6–28,9	25,0–40,0	21–35	—	28,4
Mg, %	3,3±1,4	0,06–0,42	0,01–0,39	0,05–1,9	—	—	1,98
Cu, мг/г	50,7±94,8	0,19–12,9	0,19–22,6	1–55	0,4–20	3–40	33,4
Ni, мг/г	17,1±7,3	—	0,4–9,1	—	0,1–4	1–10	17,0
Cd, мг/г	2,0±0,47	—	0,2–2,2	—	—	—	2,6
Zn, мг/г	277±222	26–220	91,0–265,8	10–600	30–230	140–520	243
Pb, мг/г	34,0±62,9	—	0,6–70,7	1–66	0,1–30	1–164	27,2
Sr, мг/г	20,4±32,0	53,4–400	48,1–418	100–2000	10–100	—	145
Mn, мг/г	183±137	0,13–9,7	0,1–7,6	—	6–616	100–805	646
Fe, мг/г	1166±1471	31,2–842	31,2–532,5	10–400	5,6–220	—	1169

Биогеохимия сформировалась как наука о движении атомов химических элементов под влиянием жизни в многообразных проявлениях «живого вещества» в трактовке В.И. Вернадского. Процессы миграции и аккумуляции атомов, которые являются механизмом самоорганизации биосферы, происходят на геологическом фундаменте, весьма разнородном по генезису и составу. «Химический состав биосферы не является одинаковым на всем Лике Земли, но резко меняется как функция литологического состава и климатических зон» [Вернадский, 2001, с. 77].

Исходя из положений В.И. Вернадского о химической неоднородности биосферы, проявляющейся на различных уровнях ее организации, и прямой зависимости состава живого вещества от биокосных систем А.П. Виноградов сформулировал мысли о биогеохимических провинциях — территориях, где жизнедеятельность флоры, фауны, человека во многом определяется химическим составом среды обитания. Зависимость состава организмов от региональных свойств четвертичных отложений, почв, поверхностных вод, ответные реакции биоты на резкий избыток или дефицит того или иного химического элемента являются предметом исследований геохимической экологии, идеи которой изложены в работах В.В. Ковальского [1974]. Им была выделена Западно-Сибирская биогеохимическая провинция, характеризующаяся дефицитом меди, цинка, кобальта, молибдена и других микроэлементов. На территории таежной зоны Западной Сибири выявлены и картографически отображены биогеохимические эндемии, в пределах которых недостаток микроэлементов обуславливает риск возникновения ряда заболеваний [Атлас..., 1976].

Территория расселения селькупов, костные останки которых анализировались нами, лежит на разделе подзон средней и южной тайги. Литогенная основа ландшафтов на водоразделах представлена средне- и верхнечетвертичными озерно-аллювиальными отложениями, в пойменном комплексе Оби преобладают верхнечетвертичные и современные аллювиальные отложения [Карта..., 1973]. Доминируют таежные и болотные ландшафты кислого и кислого глеевого классов. Миграции химических элементов благоприятствуют кислая и слабокислая реакция среды, обогащенность почвенных растворов гидрокарбонат-ионом и CO₂ [Нечаева, 1985].

Приводимые в литературных источниках данные о составе различных компонентов ландшафта (почв, поверхностных вод и донных отложений) района исследований, а также усредненные среднемировые значения (кларки) представлены в табл. 3.

Сопоставление концентраций микро- и макроэлементов в почвах и донных осадках со среднемировыми показателями свидетельствует, что литогенная основа наземных и водных

Химический анализ костной ткани нарымских селькупов

биоценозов характеризуется весьма бедным химическим составом. По отношению к кларку литосферы наблюдается дефицит меди, цинка, никеля, лития, кобальта, стронция, марганца, железа, алюминия, калия, очень резко выражен недостаток кальция и магния, концентрации которых ниже кларка литосферы в 3,7 и 5,3 раза соответственно. Таким образом, подтверждаются выводы о бедном микроэлементном составе Западно-Сибирской биогеохимической провинции [Ковальский, 1974]. Повышенные концентрации свойственны только Si и Cr. Низкое содержание в почвах кальция (основного зольного элемента костных останков) связано как с общим недостатком этого элемента в литогенной бескарбонатной толще осадочного происхождения, так и с активным выщелачиванием из почв с кислой реакцией среды, ненасыщенностью основаниями, контрастными окислительно-восстановительными условиями. Высокие миграционные показатели кальция определяют характерные черты южно-таежного ландшафта Западной Сибири — азотно-кальциевый тип биогеохимического круговорота и гидрокарбонатно-кальциевый тип вод [Нечаева, 1985]. Помимо кальция значительной подвижностью на территории таежной зоны Западной Сибири отличаются железо, марганец и стронций [Перельман, Касимов, 1999].

Таблица 3

Геохимическая характеристика различных компонентов ландшафтов в районе исследований*

Элемент	Донные отложения [Савичев, Базанов, 2006]	Почвы [Рихванов и др., 1995]	Кларк литосферы по А.П. Виноградову [Справочник, 1990]	Речные воды [Савичев, 2003]	Среднемировое значение [Martin, Maybeck, 1979]
Si	36,7	—	29,5	4320	5420
Al	5,00	—	8,05	169,1	50
Fe	2,08	—	4,65	705	40
K	1,33	—	2,50	630	1350
Ca	0,80	—	2,96	23100	14600
Mg	0,35	—	1,87	5700	3800
Ti	4800	3400	4500	—	10
P	1090	631	930	72	40
Ba	607	512	650	41,5	60
Mn	442	748	1000	59,8	8,2
Sr	273	250	340	241	60
Cr	145	445	83	1,4	1
V	80	47	90	—	1,0
Zn	49	47	83	20,4	30
Ni	33	42	58	0,9	2,2
Li	27	23	32	8,1	12
Cu	21	26	47	3,8	10
Pb	14	15	16	1,9	1,0
Co	14	11	18	0,3	0,2
Mo	1,3	3	1,1	—	0,5

* Содержание в почвах, донных отложениях Si, Al, Fe, K, Ca, Mg указано в %, остальных элементов — в мг/кг, содержание в речных водах — в мкг/л; тире — элемент не определен.

Высокая подвижность химических элементов в условиях ландшафтов кислого глеевого класса находит отражение в составе поверхностных вод. Несмотря на дефицит большинства элементов в почвах, речные воды характеризуются очень высокими концентрациями железа, алюминия, марганца, стронция, многократно превышающими среднемировые значения. Также для поверхностных вод характерно повышенное содержание кальция, фосфора, свинца, магния, хрома. Низкие значения выявлены для цинка, меди, никеля и бария (табл. 3). Таким образом, биогеохимическими особенностями района исследований являются: дефицит Zn и Cu, высокая водомиграционная активность железа, марганца, стронция и кальция, что приводит к возрастанию их концентраций в речных водах. Сопоставление этих особенностей с составом костных останков не позволяет объяснить его ярко выраженное своеобразие. Очень высокая концентрация меди и цинка в костных останках наблюдается на фоне дефицита в почве и речных водах. Экстремально низкое содержание стронция не соответствует его умеренно сниженному содержанию в почвах и повышенной водомиграционной активности. Очевидно, что региональные биогеохимические особенности, т.е. состав почв и поверхностных вод, являющихся источником микроэлементов для растительных и животных организмов, не объясняют своеобразия химического состава костных останков.

Другим механизмом воздействия среды обитания на состав костных останков является диагенез. Посмертные преобразования состава при взаимодействии с почвой зависят от местных ландшафтно-геохимических условий, типа почв, степени увлажнения и аэрации. Накоплен значительный материал, подтверждающий существенное изменение состава костей в зависимости от состава вмещающего субстрата [Lambert et al., 1985; Pate, Hutton, 1988]. Основным механизмом такой трансформации является ионный обмен между костными остатками и почвенными растворами. Однако в отношении материала из западно-сибирской лесостепи высказывалась иная точка зрения — о слабом проявлении влияния почвенной компоненты на элементный состав костной ткани, кроме осаждения железа в пойменных захоронениях [Матвеева и др., 2004].

Поэтому для объективной оценки рациона селькупов представляется необходимым анализ диагенеза. Очевидно, что его проявление должно усиливаться по мере нахождения костной ткани в почве: влияние почвенных растворов на останки «свежих» захоронений, XVII–XIX вв., выражено значительно слабее, чем на останки XII–XIV вв. Для оценки интенсивности диагенеза была определена корреляционная зависимость (ранговые коэффициенты корреляции Спирмена) содержания микроэлементов от возраста захоронения. В результате установлена достоверная положительная зависимость между длительностью нахождения останков в почве и зольностью, а также содержанием никеля, железа и марганца. Таким образом, костные останки претерпевают минерализацию и подвержены влиянию отличающихся высоким содержанием Fe, Ni, Mn грунтовых вод, из которых эти элементы осаждаются. Наши данные совпадают с выводами Дж. Ламберта с соавт. [Lambert et al., 1985], выявившими увеличение поступления из почв в костные останки железа, алюминия и марганца. Отрицательная зависимость отмечена для биогенного цинка, содержание которого в костных останках значительно выше, чем в почве, и в процессе диагенеза концентрация этого элемента сокращается. Однако корреляционные зависимости между содержанием вышеперечисленных элементов и длительностью нахождения в почве довольно слабые ($r = 0,22-0,37$). Вероятно, это связано с тем, что, кроме длительности взаимодействия с почвой и грунтовыми водами, на диагенез влияют локальные условия захоронения. Как правило, некрополи селькупов устраивались на высоких сухих участках, где степень влияния грунтовых вод невелика [Пелих, 1972; Боброва, 1992, 2007].

Не удалось выявить зависимость между сроком захоронения и содержанием кальция, хотя предшествующие работы подтверждают диагенетическое уменьшение концентрации кальция в субфоссильных останках [Lambert et al., 1985]. Н.П. Матвеева с соавт. [2004] справедливо указывала на более интенсивное осаждение железа в пойменных захоронениях по сравнению с водораздельными. То есть характер диагенеза зависит от состава почв, степени влияния грунтовых вод и окислительно-восстановительных условий. Многообразие в проявлении этих факторов приводит к отсутствию четко выраженных зависимостей.

Достоверно установлено также, что особенности локальных ландшафтно-геохимических условий привели к значительной вариабельности состава костных останков из разных могильников и групп могильников селькупов (табл. 4).

При рассмотрении показателей обращает на себя внимание значительный разброс в концентрациях меди, цинка, свинца, стронция и железа. По ландшафтно-геохимическим особенностям ареала выделяются группы 2 (могильники Бедеровский Бор I–III), 7 (могильники Кустовский и Сухая Речка) и 9 (могильники р. Кеть). Население, захороненное в этих некрополях, проживало на притоках Оби. Остальное исследуемое население проживало вблизи р. Обь. Определено, что в водах Оби, по сравнению с притоками, выше содержание цинка, никеля, кадмия и меньше — железа, марганца, меди, т.е. элементов, в большом количестве содержащихся в болотных водах. Однако на составе костных останков различных групп эта закономерность не сказывается. Так, максимальное содержание железа зафиксировано в останках групп 3 (могильники Федоровский, Осиновая грива и могильник на р. Пачанга) и 5 (Тяголовский могильник). Таким образом, можно заключить, что потребляемая вода оказывает незначительное влияние на состав организма.

Считается, что стронций мало подвержен диагенезу [Lambert et al., 1985], различия в его концентрации в костях связаны главным образом с питанием. В повышенных количествах стронций содержится в растительной пище, на верхних ступенях трофических цепей его содержание в организмах снижается из-за многочисленных биологических барьеров, препятствующих прохождению этого элемента [Sillen, Kavanagh, 1982; Gilbert et al., 1994; Blum et al., 2000; Balter,

Химический анализ костной ткани нарымских селькупов

2004]. Показатель соотношения стронция и кальция в костных останках широко применяется в реконструкциях палеодиет [Sillen, Smith, 1984; Price et al., 1985; Burton, Price, 1990; Balter, 2004; Giorgi et al., 2005]. В целом дефицит стронция в той или иной степени характерен для всех обследованных групп и отдельных индивидов. Сопоставление с данными, характеризующими содержание стронция в костных останках человека различных периодов [Lambert et al., 1985; Pate, 2004; Gilbert et al., 1994; Cornero, Puche, 2000; Pérez-González et al., 2001; Матвеева и др., 2004; Zaichick et al., 2009], со всей очевидностью свидетельствует, что селькупы потребляли с пищей крайне малое количество этого элемента. Если в различных регионах мира выявленные в костных останках концентрации стронция составляют, как правило, сотни миллиграммов на килограмм (табл. 1), то для селькупов среднее содержание стронция составляет 20,4 мг/кг, а на индивидуальном уровне зачастую не превышает 10 мг/кг.

Таблица 4

Элементный состав костной ткани различных групп селькупов (мг/кг абс. сух. веса)

Показатель	1 (11*)		2 (12)		3 (16)		4 (19)		5 (12)		6 (14)		7 (13)		8 (18)		9 (11)	
	\bar{x}	s																
Cu, мг/кг	31,7	56,2	129	161	37,7	101	61,4	97,1	17,5	27,3	69,2	99,3	35,2	91,0	28,1	44,0	38,1	46,1
Ni, мг/кг	15,4	6,34	13,6	4,61	23,8	6,9	16,3	6,36	23,2	7,50	16,8	5,20	21,3	10,1	12,2	4,08	11,3	3,4
Cd, мг/кг	2,0	0,52	1,9	0,29	2,1	0,44	1,9	0,67	2,2	0,31	2,1	,39	1,8	0,50	2,0	0,42	2,0	0,38
Zn мг/кг	177	117	346	315	198	238	286	163	158	64	479	277	233	186	269	143	310	232
Pb, мг/кг	17,3	3,7	19,8	8,0	73,1	163	20,7	12,2	25,0	5,8	33,6	36,5	31,1	26,3	28,5	23,0	62,2	88,8
Sr, мг/кг	21,2	28,5	1,8	3,5	25,8	39,5	11,2	14,1	74,6	68,5	15,6	11,7	16,8	14,3	17,2	23,8	13,5	8,7
Mn, мг/кг	156	124	173	167	190	139	165	115	235	122	176	140	159	73	202	186	200	151
Ca, %	23,1	5,15	20,4	2,17	24,1	3,01	21,2	2,8	21,3	1,4	21,2	2,2	20,4	4,09	20,8	2,5	21,1	1,3
Mg, %	3,0	1,27	2,7	0,99	2,9	1,95	3,0	1,8	4,1	1,7	3,1	1,3	3,5	1,18	3,5	1,1	4,1	0,54
Fe, %	0,15	0,06	0,07	0,12	0,23	0,23	0,06	0,05	0,32	0,25	0,07	0,07	0,09	0,11	0,09	0,08	0,04	0,03
P ₂ O ₅ , %	13,9	4,88	10,6	3,01	13,1	4,10	10,5	5,0	11,3	5,4	12,3	4,20	13,6	3,92	11,5	5,7	10,4	6,2
Зольность, %	75,2	3,20	66,7	1,9	77,5	5,7	68,8	1,9	75,5	3,8	70,4	2,9	68,2	1,8	71,6	4,1	73,5	5,4

* В скобках количество наблюдений.

Отмечено, что при доминировании в рационе растительной пищи (особенно злаков) соотношение Sr/Ca (Sr в мг/кг, Ca — в г/кг) варьируется в пределах 3,0–6,0 [Sillen, Cavanagh, 1982; Sillen, Smith, 1984]. Соотношение на уровне 0,71 в костях доисторических людей было объяснено преобладанием белковой пищи [Cornero, Puche, 2000]. Соотношение Sr/Ca у селькупов в среднем составляет 0,1, что говорит о крайне малой доле растительной пищи в их рационе.

Характерно, что экстремально низкие концентрации стронция в костных останках селькупов выявлены на фоне повышенного содержания этого элемента в поверхностных водах, что связано с его высокой подвижностью в условиях таежно-болотных ландшафтов. В почвах содержание стронция незначительно ниже среднемировых показателей. Таким образом, действительно резко выраженный дефицит стронция в костях не связан с природными биогеохимическими особенностями региона и составом потребляемой воды, а определяется структурой питания селькупов.

Полученные выводы вполне сопоставимы с этнографическими данными о питании селькупов [Пелих, 1972; Шатилов, 1927; Народы Западной Сибири..., 2005]. Согласно этим источникам, до изменений, произошедших под влиянием русских, в рационе селькупов абсолютно преобладала белковая пища. В XVII в. Н.Г. Спафарий определил жителей Оби от Иртыша до Кети как убежденных «ихтиофагов»: «се есть рыбаццы, потому что все остяки ловят рыбу всякую множество много; и иные и сырую едят, а иные сушат и варят» [1997]. Рыбу ели в сыром, мороженом, вареном, жареном (жарили на палочках на костре), квашеном, копченом (горячего и холодного копчения), вяленом и сушеном виде. Употребляли также рыбий жир и варку (из рыбьих внутренностей, икры и ягоды). Только в XX в. стали жарить на сковороде и солить рыбу, делать рыбные пироги. В пищу употребляли налима, ельца, язя, чебака, карася, леща, щуку, а нарымские селькупы, проживающие на Оби, помимо этого, — стерлядь, нельму, муксуна и осетра. Со-

ответственно рыболовство занимало первое место в хозяйстве селькупов. При неудачной охоте только рыба спасала от голода. Лишь обеспечив себя рыбой, могли заняться охотничьим промыслом. Из мясной пищи в рацион входила в основном лосятина. Также ели мясо боровой (глухарь, рябчик, тетерев) и водоплавающей птицы, зайца и белки. Широко бытовал запрет на употребление мяса медведя, лебедя, иногда щуки. Присутствовали в рационе селькупов и продукты собирательства — черника, морошка, брусника, клюква, голубика, шиповник, смородина, черемуха и кедровые орехи. До недавнего времени селькупы не воспринимали грибы как съедобные растения. До конца XIX в. не были знакомы с выращиванием злаков и не употребляли в пищу хлеб. Н.Г. Спафарий сообщал, что местные жители «однакожде соли и хлеба... не знают... А хлебом не могут жить. А некоторые насытятся хлебом, и те помрут» [Там же].

Известно, что в рыбе стронций содержится главным образом в костях и жабрах. Данные о микроэлементном составе органов и тканей рыб различных географических районов России [Моисеенко и др., 2006] свидетельствуют, что в мышцах и печени, которые идут в пищу, содержание Sr на 1–2 математических порядка ниже, чем в скелете. В абсолютном выражении содержание Sr варьируется в мышечной ткани различных видов рыб в пределах 0,36–16,2 мг/кг сухого веса [Там же]. Таким образом, концентрация стронция в костях селькупов близка к его концентрации в рыбе.

Кроме этого, отмечалось [Крымова, 2008], что содержание стронция в костных останках менее 10 мг/кг является свидетельством голодания. Более 44 % обследованных проб костного материала селькупов содержат стронций в количествах < 10 мг/кг. Другим индикаторным признаком голодания выступает содержание цинка менее 75 мг/кг и меди менее 1 мг/кг [Там же], чего, однако, не наблюдается в анализируемой выборке. Таким образом, резкий дефицит стронция указывает на соотношение растительной и животной пищи. Тем не менее отдельные костные останки отличаются низким содержанием меди (менее 10 мг/кг) и относительно небольшим — цинка (88–92 мг/кг) при очень низком содержании стронция (< 1 мг/кг), что может говорить в некоторых случаях о периодической нехватке пищи. Например, такое соотношение элементов выявлено для мужчин Иготкинского могильника (группа 1) (табл. 4).

Резкое преобладание белкового рациона при крайне малом участии углеводов растительного происхождения подтверждается и концентрациями других микроэлементов. Известно, что повышенное содержание цинка и меди в костных останках служит индикатором потребления продуктов животного происхождения [Pate, Brown, 1985; Ezzo, 1992; Pate, 1994; Giorgi et al., 2005]. При сопоставлении полученных нами результатов с обобщенными показателями элементного состава костных останков других групп (табл. 2) очевидно, что содержание меди, никеля, цинка, железа и марганца у селькупов существенно превышает типичные значения и является уникальным. Наиболее близки по значению данные о составе костных останков населения западно-сибирской лесостепи [Матвеева и др., 2004].

Таблица 5

Элементный состав костной ткани различных половозрастных групп селькупов (мг/кг абс. сух. веса)

Показатель	Мужчины (50*)		Женщины (38)		Дети (38)	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Cu, мг/кг	46,4	107,7	39,3	80,1	69,7	100,0
Ni, мг/кг	15,9	6,8	19,5	8,56	15,7	6,14
Cd, мг/кг	2,0	0,43	2,0	0,46	1,9	0,51
Zn мг/кг	252	195	271	213	318	264
Pb, мг/кг	28,1	34,4	42,9	96,1	31,5	44,1
Sr, мг/кг	13,8	25,2	28,3	42,9	20,3	25,0
Mn, мг/кг	177	149	210	141	161	121
Ca, %	21,8	2,2	21,9	2,75	20,7	3,8
Mg, %	3,4	1,4	3,4	1,33	3,0	1,7
Fe, %	0,11	0,11	0,16	0,21	0,08	0,09
P ₂ O ₅ , %	11,6	5,0	13,6	4,9	10,1	4,2
Зольность, %	73,1	4,96	72,5	5,4	69,0	4,3

* Количество наблюдений.

Химический анализ костной ткани нарымских селькупов

Отдельные особенности состава костных останков зависят от возраста и пола (табл. 5). Наивысшие показатели зольности характерны для мужчин, наименьшие — для детей, что связано с возрастными изменениями структуры костной ткани. Доказано, что содержание таких элементов, как Ca, Mg, P и Sr, в костных останках женщин выше, чем у мужчин [Yoshinaga et al., 1995; Zaichick et al., 2009]. По нашим данным, у селькупов концентрация кальция в костных останках практически не зависит от пола и возраста. Содержание стронция максимально у женщин, однако однозначно интерпретировать этот факт как свидетельство большего употребления пищи растительного происхождения нельзя, поскольку беременность и вскармливание детей приводят к возрастанию концентрации стронция [Sillen, Kavanagh, 1982; Pate, 1994]. Отмечалось, что максимальные концентрации стронция свойственны костным останкам детей [Sillen, Smith, 1984], однако у селькупов эта закономерность не находит подтверждения. Для женщин характерны также повышенные концентрации свинца, что отмечалось и для населения лесостепной зоны Западной Сибири [Матвеева и др., 2004]. Возможно, это связано с поступлением данного элемента воздушным путем вместе с дымом при приготовлении пищи. Свинец, цинк и кадмий активно накапливаются таежной и тундровой растительностью. Для растений таежных лесов характерны повышенные концентрации цинка и свинца и сниженные — стронция [Добровольский, 2003].

Таким образом, в костях селькупских выборок наблюдаются крайне низкие концентрации стронция и высокие — меди, цинка, железа. Такое соотношение указывает на абсолютное преобладание в рационе рассмотренных групп продуктов животного происхождения и очень незначительную растительную компоненту. Этнографические данные также свидетельствуют о преобладании животной составляющей в диете селькупов, при этом базовым продуктом рациона является рыба. В процессе диагенеза происходит накопление элементов, активно мигрирующих в грунтовых водах лесоболотных ландшафтов, — железа, никеля, марганца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Александровская Е.И., Панова Т.Д.* Экологическая ситуация и здоровье людей средневековой Москвы // Природа. № 9. 2002. С. 29–32.
- Атлас* Тюменской области. М.; Тюмень: ГУГК, 1976. Вып. 21. 227 с.
- Багашев А.Н.* Хронологическая изменчивость краниологического типа нарымских селькупов (по материалам могильника Тискино) // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: Изд-во ИПСО СО РАН, 2001. Вып. 3. С. 159–174.
- Багашев А.Н.* Генезис южных самодийцев по данным антропологии // Междисциплинарные исследования в археологии и этнографии Западной Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 2002. С. 90–103.
- Боброва А.И.* Погребально-поминальный обряд коренного населения Нарымского Приобья и Причумыльма в XIV — первой половине XX вв.: Автореф. дис. ... канд. ист. наук. Новосибирск, 1992. 15 с.
- Боброва А.И.* Селькупы XVIII–XIX вв. (по материалам Тискинского могильника). Томск: Изд-во ТГУ, 2007. 176 с.
- Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 2001. 376 с.
- Добровольский В.В.* Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. 400 с.
- Карта* четвертичных отложений СССР. Масштаб 1:2 500 000 / М-во геологии СССР. М.: ВСЕГИ, 1973.
- Ковальский В.В.* Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 299 с.
- Кримова Т.Г.* Система комплексного исследования признаков человека на основе результатов анализа элементного состава костной ткани: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 44 с.
- Матвеева Н.П., Ларина Н.С., Захарова Л.А., Вилль К.В.* Некоторые аспекты палеоэкологического изучения населения западносибирской лесостепи в раннем железном веке (по результатам химического анализа костной ткани) // Вестн. археологии, антропологии и этнографии. Тюмень: Изд-во ИПСО СО РАН, 2004. № 5. С. 172–186.
- Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А.* Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: Технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М.: Наука, 2006. 261 с.
- МР 18.1.04-2005* «Система контроля качества результатов анализа проб объектов окружающей среды». СПб., 2005.
- Народы* Западной Сибири: Ханты. Манси. Селькупы. Ненцы. Эңцы. Нганасаны. Кеты / Отв. ред.: И.Н. Гемуев, В.И. Молодин, З.П. Соколова; ИЭА РАН. М.: Наука, 2005. С. 347–350.
- Нечаева Е.Г.* Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. Иркутск. ИГ СО РАН, 1985. 210 с.
- Пелих Г.И.* Происхождение селькупов. Томск: Изд-во ТГУ, 1972. 424 с.
- Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М.: Астрель-2000, 1999. 763 с.

Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Грязнов С.А. и др. Предварительная оценка уровней накопления тяжелых металлов в почвах бассейна р. Обь // Природокомплекс Томской области: В 2 т. Т. 1: Геология и экология / Под ред. А.И. Гончаренко. Томск: Изд-во ТГУ, 1995. С. 249–259.

Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2003. 202 с.

Савичев О.Г., Базанов В.А. Химический состав донных отложений реки Васюган и ее притоков // Изв. Том. политехн. ун-та. 2006. Т. 309. № 3. С. 37–41.

Спафарий Милеску Н.Г. Путешествие через Сибирь от Тобольска до Нерчинска и границ Китая русского посланника Николая Спафария в 1675 году // Земля Верхнететская. Томск: Изд-во ТГУ, 1997. С. 239–256.

Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Н. Мирошников, В.Г. Прохоров. М.: Недра, 1990. 480 с.

Чиндина Л.А. История Среднего Приобья в эпоху раннего средневековья: (Релкинская культура). Томск: Изд-во ТГУ, 1991. 184 с.

Шатилов М.В. Остяко-самоеды и тунгусы Принарымского района // Тр. Том. обл. краевед. музея. Томск, 1927. Т. 1. С. 139–167.

Balter V. Allometric constraints on Sr/Ca and Ba/Ca partitioning in terrestrial mammalian trophic chains // Oecologia. 2004. Vol. 139. P. 83–88.

Blum J. D., Talianferro E. H., Wiesse M. T., Holmes R. T. Changes in Sr/Ca, Ba/Ca and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios between trophic levels in two forest ecosystems in the northeastern U.S.A. // Biogeochemistry. 2000. Vol. 49. P. 87–101.

Burton J. H., Price T. D. The Ratio of Barium to Strontium as a Paleodietary Indicator of Consumption of Marine Resources // Journ. of Archaeological Science. 1990. Vol. 17. P. 547–557.

Cornero S., Puche R. C. Diet and Nutrition of Prehistoric Populations at the Alluvialbanks of the Parana River // Medicina (Buenos Aires). 2000. Vol. 60. P. 109–114.

Ezzo J. A. Test of diet versus diagenesis at Ventana Cave, Arizona // Journ. of Archaeological Science. 1992. Vol. 19. P. 23–37.

Gilbert C., Sealy J., Sillen A. An investigation of barium, calcium and strontium as paleodietary indicators in the Southwestern Cape, South Africa // Journ. of Archaeological Science. 1994. Vol. 21. P. 173–184.

Giorgi F., Bartoli F., Iacumin P., Mallegni F. Oligoelements and isotopic geochemistry: a multidisciplinary approach to the reconstruction of the paleodiet // Human Evolution. 2005. Vol. 20. P. 55–82.

Iyengar G. V., Tandon L. Minor and trace elements in bones and teeth. Vienna: Intern. Atomic Energy Agency — Section of Nutritional and Health-Related Environmental Studies, 1999. P. 100.

Lambert J. B., Simpson Sh. Vlasak, Szpunar C. B., Buikstra J. E. Bone Diagenesis and Dietary Analysis // Journ. of Human Evolution. 1985. 14. P. 477–482.

Martin J. M., Meyback M. Elemental mass-balance of material carried by major world rivers // Marine Chemistry. 1979. № 7. P. 173–206.

Pate D. F. Bone chemistry and Paleodiet // Journ. of Archaeological Method and Theory. 1994. Vol 1. N 1. P. 161–209.

Pate D., Brown K. A. The Stability of Bone Strontium in the Geochemical Environment // Journ. of Human Evolution. 1985. Vol. 14. P. 483–491.

Pate D., Hutton J. T. The Use of Soil Chemistry Data to Address Post-mortem Diagenesis in Bone Mineral // Journ. of Archaeological Science. 1988. Vol. 15. P. 729–739.

Pérez-González E., Armay-de-la-Rosa M., González-Reimers E. et al. Paleonutritional Analysis on the Prehispanic Population from La Palma (Canary Islands) // Biological Trace Element Research. 2001 Vol. 79. P. 161–167.

Price T. D., Schoeninger M. J., Armelagos G. J. Bone Chemistry and Past Behavior: an Overview // Journ. of Human Evolution. 1985. Vol. 14. P. 419–447.

Sillen A., Kavanagh M. Strontium and paleodietary research: a review // Yearbook of Physical Anthropology. 1982. Vol. 25. P. 67–90.

Sillen A., Smith P. Weaning Patterns are Reflected in Strontium-Calcium Ratios of Juvenile Skeletons // Journ. of Archaeological Science. 1984. Vol. 11. P. 237–245.

Yoshinaga J., Suzuki T., Morita M. et al. Trace elements in ribs of elderly people and elemental variation in the presence of chronic diseases // Sci. Total. Environ. 1995. Vol. 162. P. 239–252.

Zaichick V., Zaichick S., Karandashev V., Nosenko S. The Effect of Age and Gender on Al, B, Ba, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, P, S, Sr, V and Zn Contents in Rib Bone of Healthy Humans // Biol. Trace Element Research. 2009. Vol. 129. P. 107–115.

Тюмень, ИПОС СО РАН

*bagashev@tmn.ru

**land@ipdn.ru

***rajev0@gmail.com

****ethno@ipdn.ru

Химический анализ костной ткани нарымских селькупов

With a view to determine a diet structure with Selcoupes, the authors undertook a microelement analysis of bone remains. Composition formation of living organisms occurred against high water migration activity of Ca, Sr, Fe, Mn, and low water migration activity of Zn u Cu. An extremely low content of strontium in the bone remains of Selcoupes, together with a high content of copper and zinc clearly testifies to absolute domination of animal proteins in their diet. The conclusion quite agrees with the existing ethnographic data.

Narym Selcoupes, microelements, macroelements, diagenesis, diet, paleodiet.