

# НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ЗАПАДНОСИ- БИРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ В раннем железном веке (по результатам химического анализа костной ткани)

Н. П. Матвеева, Н. С. Ларина, Л. А. Захарова, К. В. Вилль

*The article considers testing results regarding heavy metals content in the bone tissue of 98 individuals obtained from the Sargatka culture burial grounds of West Siberian forest steppe. Those were selected as indicators of physiological adaptation and human diet in the Early Iron Age. The authors showed dependence of the bone tissue mineral status upon sex, age, and social characteristics of the individuals, as well as geochemical conditions of their environment. The testing points to general deficiency of potassium, iron, copper and manganese. The paper sets up a hypothesis of ecological determinism as to pathological skeleton states among the groups dwelling on flood plain soils, salines, and pine forest sands. The authors conclude on systematic undernourishment in the majority of communities, as well on strict regulation and patriarchal nature of food distribution.*

## **Постановка проблемы**

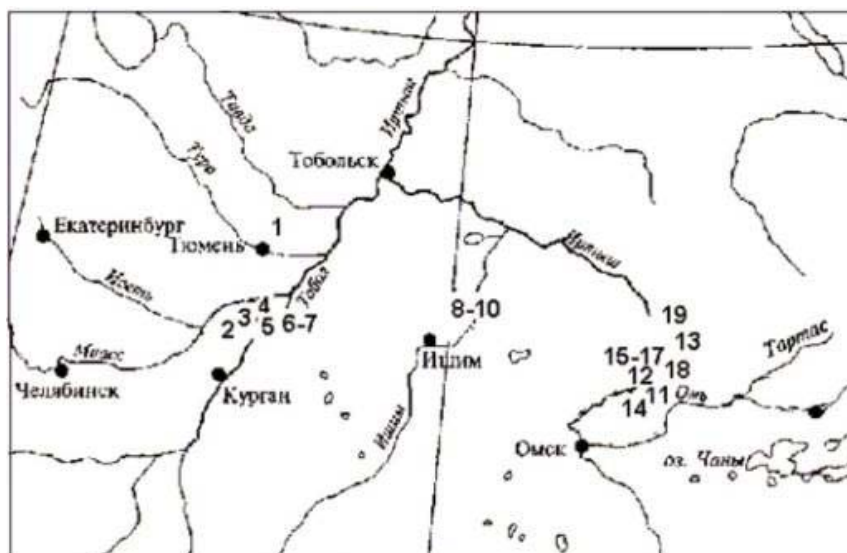
Большое значение для определения уровня жизни древних обществ имеет оценка адаптации индивидов к природной и социальной среде. Одним из объектов палеоэкологических исследований служат образцы костной ткани, удовлетворительно сохраняющиеся и отражающие следы реакций, протекавших в процессе жизнедеятельности [Козловская, 1992]. Данные об уровне минеральной насыщенности скелета, о концентрациях важнейших биогенных химических элементов несут в себе независимую информацию об особенностях приспособления популяции к местным геохимическим условиям, влиянии стрессовых воздействий, достаточности питания, типе рациона.

Цель нашей работы — выявление некоторых характеристик физиологической адаптации населения раннего железного века на основе определения минерального состава костного материала большой выборки захоронений саргатской культуры главным образом из некрополей средне- и позднесаргатского периода [Матвеева, 2000. С. 148] (табл. 1). В дальнейшем предполагается использование результатов анализа при реконструкции бытовых условий и социальной регламентации рациона питания древнего человека в раннем железном веке на территории Западной Сибири.

## **Методы и результаты**

Нами привлечены пробы разных тканей от скелетов людей, в отличие от М. В. Козловской [1998], считающей, что в палеоэкологических исследованиях должна использоваться только компакта, поскольку характер сохранности материалов погребений и задачи антропологического изучения не всегда позволяют применять кости длинных конечностей. Но для этого нами было предварительно осуществлено сравнительное исследование останков индивидуумов саргатской культуры. Оказалось, что различия в содержании микроэлементов в разных костях скелета одного и того же человека находятся в пределах погрешности методов анализа. Исключение составляет лишь позвоночник, где аномально накапливается железо [Матвеева, Ларина, Колиух, 2002]. Установлено, что содержание исследуемых элементов в почвах значительно ниже, чем в костных останках, кроме железа, следовательно, прямого влияния химического состава почвы в ходе археологизации погребений не происходит.

Ранее нами были отработаны методики отбора проб и подготовки образцов костной ткани [Ларина, Колиух, Вилль, Гулуева, 2002] и проанализирована небольшая выборка из 20 саргатских захоронений преимущественно из Притоболья, которая показала существенные различия в химическом составе костей различных индивидуумов [Матвеева, Ларина, Колиух, 2002]. Для установления статистически значимых зависимостей выборка была увеличена до 98 ед. с привлечением материалов из Приишимья и Прииртышья.



**Рис. 1.** Расположение исследованных могильников:

- 1 — Мысовской; 2 — Рафайловский-1; 3 — Красногорский-1; 4 — Савиновский; 5 — Тютринский; 6 — Старо-Лыбаевский-4 и Щетково озеро; 7 — Нижне-Ингальский-1; 8, 9 — Абатский-1 и Абатский-3; 10 — Кокуй-2; 11 — Стрижево-1; 12 — Богдановка; 13 — Сидоровка; 14 — Кононовка; 15-17 — Бещаул-2, 3, 4; 18 — Исаковка-1; 19 — Карташово-2

Таблица 1

**Перечень образцов костной ткани индивидуумов саргатской культуры**

№	Место захоронения	Памятник	Пол (возраст)
1	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 34, п. 2	Ребенок (0–7 лет)
2	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 34, п. 2	Ребенок (7–14 лет)
3	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 34, п. 2	Женщина (40–45 лет)
4	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 34, п. 1	Мужчина
5	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 31, п. 2	Женщина
6	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 31, п. 1	Женщина
7	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 31, п. 3	Мужчина (55–60 лет)
8	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 31, п. 4	Женщина
9	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 33, п. 1	Ребенок (4,5 мес.)
10	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 33, п. 2	Ребенок (1,5 года)
11	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 33, п. 3	Мужчина (40–45 лет)
12	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 33, п. 4	Женщина (20–25 лет)
13	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 33, п. 5	Женщина (45 лет)
14	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	пос. Щетково озеро-2	Мужчина (25–30 лет)
15	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 13, м. 3, шифр 22–11	Женщина (50–60 лет)
16	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 13, п. 1, шифр 22–10	Мужчина (35–40 лет)
17	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-3, к. 1, ЮЗ сектор, шифр 19–17	Мужчина (40–45 лет)
18	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-2, к. 4, м. 1, шифр 19–8	Женщина (50–60 лет)
19	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-4, к. 1, ЮВ сектор, шифр 19–21	Мужчина (взрослый)
20	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 10, п. 1А, шифр 22–3	Мужчина (50 лет)
21	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 10, ск. 1, шифр 21–60	Мужчина (взрослый)
22	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 9, п. 2б, шифр 21–46	Женщина (18–20 лет)
23	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-2, к. 2, м. 1, шифр 19–3	Мужчина (20 лет)
24	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 6, м. 10, шифр 21–28	Мужчина (35–45 лет)
25	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 5, м. 3, шифр 21–15	Подросток 12–14 лет
26	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 10, м. 5, шифр 21–54	Женщина (30–35 лет)
27	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-2, к. 2, м. 7, шифр 19–4	Мужчина (45–50 лет)
28	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-2, к. 6, м. 1, шифр 19–11	Мужчина (30 лет)
29	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-4, к. 3, п. 4, шифр 19–24	Мужчина (взрослый)
30	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-2, к. 1, зап. граб. ямы, шифр 19–1	Женщина (30 лет)
31	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 10, м. 4, шифр 21–53	Мужчина (20–25 лет)
32	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 9, п. 2г, шифр 21–50	Мужчина (взрослый)
33	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 4, м. 1, шифр 21–8	Женщина (взрослая)
34	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 10, м. 7, шифр 21–57	Мужчина (40–50 лет)
35	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 3, м. ?, шифр 21–59	Мужчина (взрослый)
36	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 3, м. 1, шифр 21–1	Мужчина (60 лет)
38	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 4, м. 2, шифр 21–12	Мужчина (взрослый)

№	Место захоронения	Памятник	Пол (возраст)
37	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 9, м. 2 (инд. 2), шифр 21–44	Мужчина (взрослый)
39	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-2, к. 2, сборы, шифр 19–5	Женщина (20–25 лет)
40	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 6, м. 10, шифр 21–28	Мужчина (30–35 лет)
41	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 10, м. 1Б, шифр 22–4	Женщина (30–35 лет)
42	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 11, м. 3, шифр 22–8	Ребенок (6–7 лет)
43	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 6, м. 4, шифр 21–22	Женщина (30–35 лет)
44	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 8, м. 4а, ск. 2, шифр 21–40	Женщина (20–25 лет)
45	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 10, м. 1В, шифр 22–5	Мужчина (45–50 лет)
46	Омская обл., д. Стрижево	Стрижево-1, к. 11, м. 1, шифр 22–6	Женщина (50 лет)
47	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 3, м. 3, шифр 21–3	Женщина (35–40 лет)
48	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1, к. 6, м. 4(4), шифр 21–3	Мужчина (40–45 лет)
49	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-4, к. 2, м. 1, шифр 19–22	Мужчина (19–22 лет)
50	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка 79 г., к. а	Ребенок (1 год)
51	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка 73 г., к. б, п. 5	Женщина
52	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка-III, к. 3, п. центральное	Женщина (50 лет)
53	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка 73 г., к. а, п. 1	Мужчина
54	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 5	Ребенок (7 лет)
55	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 2	Ребенок (7–10 лет)
56	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка 73 г., к. б, п. 7	Ребенок (2 года)
57	Тюменская обл., д. Бызово	Савиновский, к. 1, п. 1	Женщина (30–35 лет)
58	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 1, п. 1	Ребенок (8–9 лет)
59	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка 76 г., к. 1, п. 1	Мужчина
60	Омская обл., д. Карташово	Карташово-2, к. 7, п. 4	Мужчина (20 лет)
61	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 1, п. 4	Женщина (18 лет)
62	Омская обл., д. Карташово	Карташово-2, к. 1, п. 4	Мужчина (20–25 лет)
63	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 1, п. 1–9	Женщина (30 лет)
64	Омская обл., д. Богдановка	Богдановка-III, к. 2, п. 2, 76 г.	Женщина (зрелая)
65	Омская обл., д. Карташово	Карташово-2, к. 2, п. 1	Женщина (20–30 лет)
66	Тюменская обл., д. Бызово	Тютринский, к. 2, п. 1	Мужчина (30 лет)
67	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 1	Ребенок (10–12 лет)
68	Тюменская обл., д. Бызово	Тютринский, к. 3, п. 7	Женщина (35–40 лет)
69	Тюменская обл., д. Бызово	Тютринский, к. 3, п. 7	Ребенок (12–14 лет)
70	Тюменская обл., д. Бызово	Тютринский, к. 3, п. 7	Женщина (20–25 лет)
71	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 9 (инд. 3)	Ребенок (10 лет)
72	Тюменская обл., д. Бызово	Савиновский, к. 6, п. 1	Мужчина (40 лет)
73	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 7 (инд. 1)	Ребенок (8–9 лет)
74	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 7 (инд. 2)	Женщина (20–30 лет)
75	Тюменская обл., д. Бызово	Тютринский, к. 4, п. 4	Женщина (20–30 лет)
76	Омская обл., д. Карташово	Карташово-2, к. 6, п. 3	Женщина (60 лет)
77	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 7 (инд. 5)	Женщина (20–25 лет)
78	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 9 (инд. 1)	Ребенок (8–10 лет)
79	Тюменская обл., д. Рафайлово	Рафайлово, к. 1, п. 3	Мужчина (50–60 лет)
80	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 2, п. 10 (инд. 3)	Мужчина (20–25 лет)
81	Тюменская обл., д. Бызово	Тютринский, к. 8, п. 5	Мужчина (35–40 лет)
82	Тюменская обл., д. Рафайлово	Рафайлово, к. 1, п. 1	Женщина (25–30 лет)
83	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 5, п. 4	Женщина (35–40 лет)
84	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-1, к. 4, п. 2 (инд. 2)	Женщина (20–25 лет)
85	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-1, к. 3, п. 11 (инд. 1)	Мужчина (20–25 лет)
86	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 5, п. 6	Женщина (15–20 лет)
87	Тюменская обл., пос. Абатский	Кокуй-2, к. 3, п. 4 (инд. 1)	Женщина (20–25 лет)
88	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-1, к. 6, п. 6 (инд. 2)	Женщина (50–55 лет)
89	г. Тюмень	Мысовской, к. 11, п. 2	Мужчина (40–45 лет)
90	Тюменская обл., д. Красногорское	Красногорский-1, к. 17, п. 1	Женщина <sup>1</sup> (60 лет)
91	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 6, п. 10	Женщина (20–25 лет)
92	Тюменская обл., пос. Абатский	Абатский-3, к. 6, п. 10	Женщина (взрослая)
93	Тюменская обл., д. Н. Ингал	Н.-Ингальский-1, к. 1, п. 3	Подросток
94	Тюменская обл., д. Старо-Лыбаево	Старо-Лыбаевский-4, к. 39, п. 1	Женщина
95	Омская обл., д. Сидоровка	Сидоровка	Мужчина
96	Омская обл., д. Кононовка	Кононовка	Ребенок
97	Омская обл., д. Исаковка	Исаковка-1	Мужчина
98	Омская обл., д. Бещаул	Бещаул-3, к. 1, п. 5	Мужчина

**Примечание.** Принятые сокращения: к. — курган; п. — погребение; м. — могила; ск. — скопление; инд. — индивид. Авторы благодарят А. Л. Антонова и А. Н. Багашева за отбор и определение костных материалов в антропологических коллекциях.

<sup>1</sup> По погребальному инвентарю — мужчина.

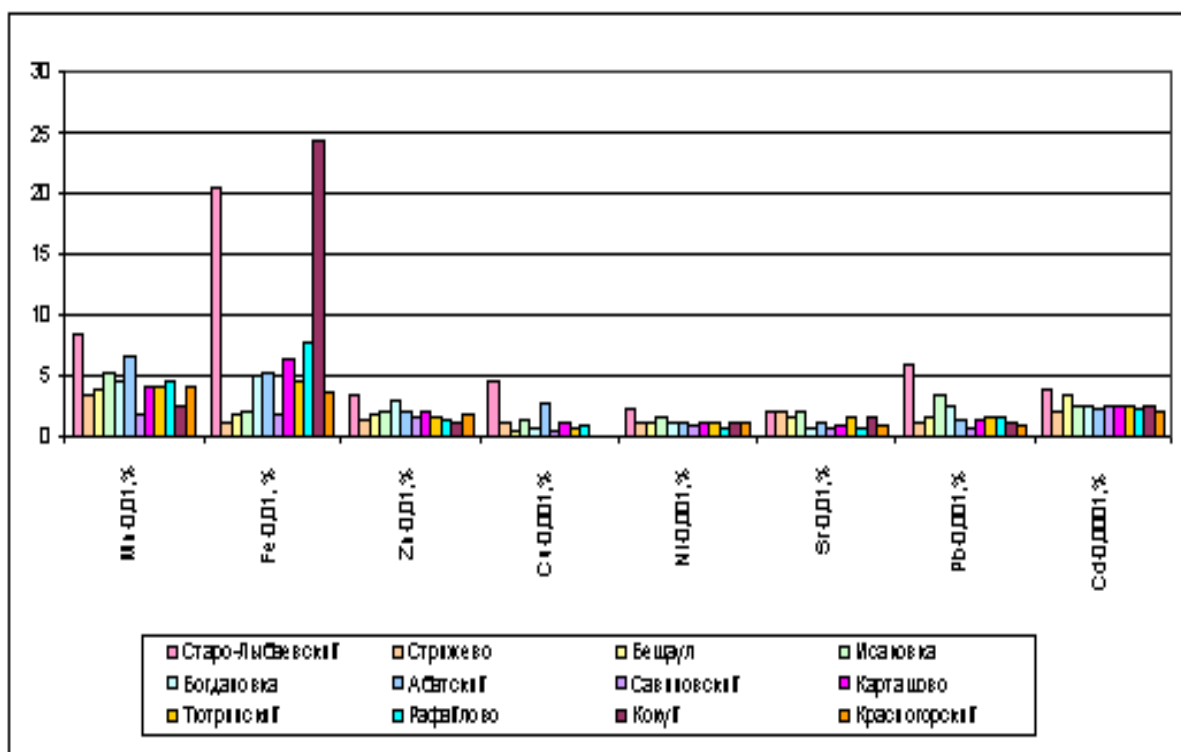
Зольность анализируемых образцов колеблется в достаточно широком интервале значений (от 25 до 89 %), содержание кальция — в пределах от 13 до 49 %, магния — в среднем  $1,98 \pm 0,41$  %, фосфора — в среднем  $14,19 \pm 0,99$  % (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

**Средние значения зольности и макроэлементов по всей выборке, %**

Определяемый элемент	Среднее значение по всей выборке
Зольность	$73,93 \pm 2,45$
Ca	$28,40 \pm 1,85$
Mg	$1,98 \pm 0,41$
P	$14,19 \pm 0,99$

Образцы костных материалов людей раннего железного века были проанализированы на содержание следующих микроэлементов: Fe, Pb, Cd, Ni, Zn, Mn, Sr, Cu. Выбор их обусловлен высокой вариабельностью содержания тяжелых металлов в костях ископаемых организмов. Установлено, что существенное накопление стронция обеспечивается растительными диетами, цинка и меди — за счет мясной пищи и изменения обмена веществ в результате стрессовых воздействий. Свинец является индикатором употребления в пищу мяса животных. Высокая доля марганца указывает на неблагоприятные адаптивные реакции к изменениям природной среды [Козловская, 1992].



**Рис. 2.** График распределения Ca, Mg, P в пробах костной ткани индивидуумов из могильников саргатской культуры

В изученной выборке содержание всех металлов колеблется в широком интервале значений, различаясь в 10–30 и более раз (табл. 3).

Таблица 3

**Содержание макроэлементов в образцах костной ткани индивидуумов из погребений саргатской культуры, %**

№ образца	Зольность	Ca	Mg	P	№ образца	Зольность	Ca	Mg	P
1	76,78	27,20	0,89	13,77	22	78,72	18,20	2,23	34,15
2	67,93	37,41	1,77	17,29	23	68,45	22,89	2,07	17,11
3	72,04	31,85	1,76	11,06	24	88,90	20,74	2,73	13,75
4	78,38	21,87	0,79	10,16	25	73,68	19,77	2,52	15,47
5	74,45	33,03	1,18	16,50	26	52,59	20,90	2,99	14,83
6	76,87	28,34	1,18	14,98	27	76,98	21,14	2,80	15,99
7	79,41	22,67	0,59	12,96	28	74,29	20,23	3,87	21,82
8	79,56	27,69	0,29	13,53	29	78,09	19,96	2,85	14,72
9	73,49	34,33	0,39	19,51	30	78,95	21,18	1,83	15,32
10	73,44	30,60	1,38	11,58	31	66,15	24,66	2,73	13,14
11	77,66	29,94	1,12	15,58	32	79,69	28,62	6,89	15,54
12	80,78	22,78	0,23	11,32	33	70,04	25,55	3,01	14,94
13	73,29	30,97	0,62	17,09	34	64,23	26,02	5,31	15,32
14	85,07	29,15	2,55	17,81	35	74,18	23,89	2,58	13,11
15	71,94	23,28	1,54	14,86	36	80,48	31,93	1,58	15,17
16	71,68	23,28	0,48	15,17	37	70,68	31,84	1,18	15,17
17	74,54	23,88	0,59	13,29	38	70,16	30,51	2,29	15,28
18	78,31	23,29	1,19	15,54	39	70,37	31,22	1,15	15,35
19	76,08	28,57	1,54	12,40	40	69,11	29,80	2,53	15,28
20	75,03	24,07	1,36	14,79	41	68,97	30,47	3,33	15,13
21	75,08	25,44	0,49	14,79	42	74,96	28,39	4,16	14,94

Окончание табл. 3

№ образца	Зольность	Ca	Mg	P	№ образца	Зольность	Ca	Mg	P
43	71,30	27,68	1,29	14,98	71	71,47	19,34	2,09	18,56
44	75,37	26,97	1,44	13,03	72	80,46	19,77	4,43	18,91
45	79,38	27,53	1,23	11,91	73	73,54	16,33	0,91	19,89
46	71,69	30,28	7,35	14,72	74	73,06	22,33	0,88	23,78
47	73,18	32,13	1,03	14,93	75	82,44	25,31	3,84	20,06
48	75,51	27,20	3,01	14,42	76	71,84	15,47	0,65	21,34
49	71,37	21,76	5,94	14,08	77	74,06	22,52	0,23	–
50	62,70	12,84	1,02	16,23	78	71,28	22,33	0,23	18,56
51	76,39	19,56	6,26	20,35	79	87,52	18,48	0,70	20,71
52	68,58	18,29	2,99	18,67	80	73,62	19,39	1,25	17,34
53	86,78	20,63	1,43	20,71	81	84,62	24,38	1,40	15,42
54	77,38	17,19	1,96	19,31	82	82,55	13,40	0,41	25,64
55	73,37	15,82	0,97	17,16	83	71,37	21,71	3,13	20,06
56	88,96	19,34	0,78	17,28	84	74,39	31,03	1,13	17,16
57	71,06	17,41	1,83	19,08	85	81,09	22,28	4,57	13,62
58	75,99	14,44	3,94	17,34	86	72,12	20,85	1,89	20,71
59	45,43	15,69	1,23	19,37	87	81,71	21,91	2,09	15,07
60	36,13	17,62	0,49	17,92	88	73,47	15,82	0,68	19,25
61	26,78	14,19	2,54	17,98	89	82,94	24,19	2,59	15,48
62	77,79	16,12	2,50	19,54	90	71,09	22,89	0,34	19,77
63	25,01	21,92	1,30	17,11	91	74,18	25,68	2,28	22,44
64	76,46	18,96	2,29	18,04	92	76,53	17,12	0,77	16,64
65	76,27	19,82	1,34	23,38	93	70,18	14,09	–	14,39
66	72,65	13,33	0,81	19,78	94	75,13	12,08	–	21,42
67	71,44	16,33	0,91	21,23	95	74,77	16,45	–	13,18
68	81,21	18,91	1,12	16,69	96	68,72	14,83	–	15,68
69	87,44	18,78	2,16	6,83	97	65,33	14,01	–	11,47
70	69,97	19,13	3,13	17,98	98	81,50	16,16	–	13,70

Таблица 4

## Средние значения микроэлементов по всей выборке, %

Определяемый элемент	Среднее значение по всей выборке
Mn·10 <sup>-2</sup>	6,46±1,47
Fe·10 <sup>-2</sup>	11,69±3,77
Zn·10 <sup>-2</sup>	2,43±0,29
Cu·10 <sup>-3</sup>	3,34±2,24
Ni·10 <sup>-3</sup>	1,70±0,52
Sr·10 <sup>-2</sup>	1,45±0,26
Pb·10 <sup>-3</sup>	2,72±0,76
Cd·10 <sup>-4</sup>	2,61±0,47

Таблица 5

## Содержание микроэлементов в образцах костной ткани индивидуумов из погребений саргатской культуры, %

№	Mn·10 <sup>-2</sup>	Fe·10 <sup>-2</sup>	Zn·10 <sup>-2</sup>	Cu·10 <sup>-3</sup>	Ni·10 <sup>-3</sup>	Sr·10 <sup>-2</sup>	Pb·10 <sup>-3</sup>	Cd·10 <sup>-4</sup>
1	5,07	31,75	4,33	18,8	2,00	1,69	4,17	1,35
2	9,83	5,15	3,17	0,29	1,21	1,56	3,92	3,80
3	10,98	12,60	3,12	4,48	1,90	1,32	1,42	4,45
4	10,04	36,25	3,14	1,98	2,33	1,56	4,88	3,65
5	13,60	23,83	3,50	0,29	3,06	2,07	4,43	4,94
6	10,47	14,28	4,26	7,40	2,16	2,04	7,44	1,79
7	14,18	30,34	3,30	1,67	2,78	1,77	6,49	5,34
8	4,28	23,20	2,97	15,80	1,79	2,59	6,44	5,05
9	1,44	9,00	2,39	1,29	3,17	3,17	4,20	2,07
10	16,12	22,30	3,38	2,87	3,54	4,22	2,53	3,84
11	9,22	31,90	2,15	1,69	2,68	2,04	5,88	3,94
12	4,95	54,00	2,61	1,55	1,05	1,38	8,24	4,60
13	9,96	9,93	3,67	2,17	4,11	1,49	7,12	5,15
14	9,43	27,50	2,92	1,04	3,84	3,37	7,05	1,67
15	2,19	1,22	1,35	0,93	1,17	2,39	0,49	2,90
16	3,43	1,04	1,32	0,59	0,87	1,41	1,04	1,35
17	1,89	0,88	1,20	0	0,98	1,43	0,69	0,70
18	1,87	0,45	1,18	0,37	0,94	1,13	1,75	1,70
19	4,60	3,53	3,76	29,99	18,85	1,79	3,55	2,35
20	3,73	0,98	0	0	0,90	2,73	1,85	2,40
21	4,39	1,36	0,58	0	15,15	1,59	1,37	3,15
22	1,49	0,82	0,80	0,25	1,39	1,54	2,04	2,45
23	2,30	0,54	2,01	3,27	1,15	0,80	1,45	4,25
24	4,86	2,04	2,14	0,17	0,76	2,23	0,77	2,30
25	2,76	1,73	3,85	52,32	1,09	1,09	6,61	1,05
26	3,25	0,52	1,15	0,82	0,94	2,18	0,62	2,95
27	4,56	0,48	2,74	2,09	0,89	2,16	1,33	2,85
28	7,55	4,01	2,47	0,76	1,84	1,54	1,33	3,50
29	1,77	0,41	0,89	0,72	0,17	1,19	0,99	2,45
30	5,25	0,69	2,61	0,67	1,40	1,22	1,59	3,90
31	1,66	0,41	1,05	0,75	0,55	2,13	2,45	1,85
32	1,61	0,43	1,19	1,08	0,47	1,26	2,17	2,77
33	7,02	3,56	1,93	1,76	1,64	2,87	1,35	2,75
34	2,23	0,69	1,49	0,36	1,05	2,58	1,29	4,00
35	2,79	3,89	1,69	0,98	0,90	1,08	1,67	0
36	10,15	0,70	4,59	2,22	0,96	1,49	1,52	3,15
37	1,75	0,87	1,97	0,31	0,41	1,77	1,24	2,15
38	2,60	0,71	1,35	2,47	0,66	1,47	1,82	1,64
39	4,41	4,25	1,33	0,36	0,56	1,81	0,84	4,22
40	1,75	0,89	1,61	0,39	0,61	1,52	1,99	2,75
41	3,36	1,48	1,37	1,13	0,83	1,87	1,38	2,12

Продолжение Табл. 5

№	Mn·10 <sup>-2</sup>	Fe·10 <sup>-2</sup>	Zn·10 <sup>-2</sup>	Cu·10 <sup>-3</sup>	Ni·10 <sup>-3</sup>	Sr·10 <sup>-2</sup>	Pb·10 <sup>-3</sup>	Cd·10 <sup>-4</sup>
42	5,46	0,59	1,62	1,54	0,59	4,51	1,35	1,82
43	3,48	1,35	2,10	2,12	1,39	1,11	1,98	1,12
44	7,16	2,40	2,06	0,62	0,55	1,87	1,44	3,69
45	4,93	3,45	1,46	0,71	1,35	1,44	1,31	4,51
46	4,60	0,54	0,91	0,91	1,00	1,24	1,06	1,08
47	6,88	1,99	2,63	1,68	2,09	2,79	9,68	2,29
48	4,86	0,65	2,59	0,89	0,71	1,57	1,13	1,12
49	4,72	0,41	1,93	0,50	0,98	2,00	0,69	0,5
50	1,65	5,53	1,92	0,58	1,15	0,88	1,11	2,32
51	4,85	8,39	2,89	0,04	1,08	0,70	2,88	2,48
52	1,94	3,65	1,68	1,79	0,75	0,64	1,74	2,11
53	6,62	9,21	2,06	0,12	1,92	0,53	0,42	3,13
54	1,06	9,09	2,93	0,05	0,73	0,93	3,35	1,95
55	1,76	19,25	1,04	0,47	1,01	0,62	0,92	1,93
56	0,81	1,71	0,74	0,39	0,51	0,77	1,24	2,15
57	1,74	1,75	1,41	0,43	0,75	0,65	0,62	2,44
58	3,77	18,88	1,34	0,52	0,88	0,34	1,83	1,73
59	1,87	6,35	1,12	1,05	0,49	1,05	3,33	2,78
60	2,93	2,49	2,81	0,96	0,71	0,97	0,55	3,05
61	3,68	4,73	3,84	13,07	0,96	2,26	0	1,96
62	12,99	6,27	1,36	1,33	0,87	0,68	1,15	2,75
63	5,35	4,43	0,95	0,79	0,63	0,69	0,85	0,78
64	6,25	2,91	4,07	0,15	1,18	0,71	2,96	2,70
65	4,42	5,49	1,95	0	0,85	0,87	1,51	2,70
66	1,13	4,80	1,43	1,75	0,87	0,72	6,86	2,54
67	5,08	9,05	0,98	0,62	0,86	0,74	0,91	2,20
68	4,18	3,07	2,11	0,54	0,99	1,20	1,68	2,65
69	3,66	3,18	2,13	3,84	1,26	2,93	1,71	1,53
70	5,01	5,42	0,91	0,95	0,81	1,04	0,73	1,67
71	3,36	6,21	1,04	1,24	1,22	0,42	0,75	2,10
72	1,24	6,08	1,24	0,07	0,66	1,06	1,19	1,70
73	7,90	11,71	1,84	32,65	2,09	0,49	0,94	2,87
74	15,11	6,89	1,88	0,74	1,72	0,56	1,31	2,65
75	2,82	4,73	1,69	0,53	0,88	2,17	2,19	2,79
76	3,68	7,12	2,01	1,18	1,06	0,74	1,01	2,17
77	1,39	4,08	1,42	0,73	2,01	0,43	1,41	2,77
78	1,58	16,58	0,84	0	0,89	0,56	0,71	1,88
79	3,36	3,72	0,93	0,15	0,77	0,22	1,54	1,95
80	7,16	5,89	2,09	0,93	0,94	0,65	0,94	2,54
81	2,89	17,54	1,25	0,63	2,49	1,01	0,73	2,10
82	4,42	7,66	1,31	0,81	0,57	0,58	1,37	2,18
83	7,43	4,48	2,37	1,52	1,72	0,61	1,02	0,93
84	5,46	1,60	3,11	0,77	0,69	1,14	1,07	3,02
85	1,53	19,96	1,17	0,03	0,80	1,31	0,74	1,93
86	4,45	8,55	1,16	1,24	0,39	1,22	1,59	2,12
87	2,46	24,36	0,89	0,06	1,02	1,39	1,03	2,54
88	2,71	8,36	3,06	6,41	0,73	1,01	1,73	2,07
89	16,21	21,10	1,31	0,86	1,80	1,43	1,14	2,55
90	4,02	3,57	1,78	0,06	0,95	0,72	0,86	1,85
91	5,53	5,91	1,69	1,02	0,99	0,78	1,17	2,80
92	13,12	2,49	1,44	0,93	1,38	0,93	0,56	2,43
93	3,00	5,12	2,99	0,98	0,52	1,20	0,43	0,32
94	4,70	5,12	2,79	0,49	0,91	1,92	0	0,33
95	4,87	50,51	5,13	0,50	0	2,67	0,14	1,24
96	11,50	5,66	1,72	0,23	1,22	0,99	0,41	0,16
97	13,80	5,64	2,04	0,41	0,05	0,76	0,21	0,57
98	5,47	4,90	2,16	0,67	1,20	1,22	0,56	0,19

### Обсуждение результатов

*Половозрастной анализ.* Если разделить все данные по группам на пробы из скелетов мужчин, женщин и детей, то получим возможность установить, влияют ли физиологические и социальные факторы на минеральный статус костной ткани индивидуумов (рис. 3, 4).

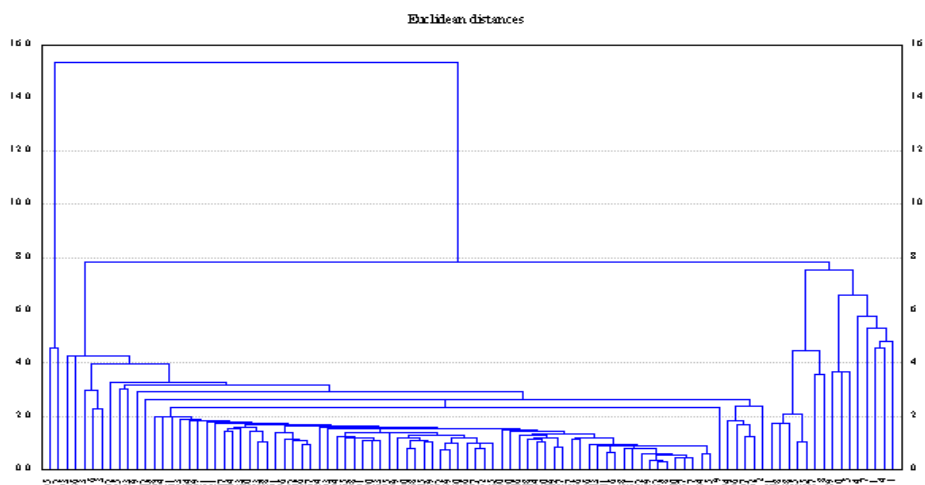
Таблица 6

**Средние значения макро- и микроэлементов по половозрастным группам, %**

Элемент	Мужчины, n = 38	Женщины, n = 40	Дети, n = 19
Зольность	76,96±4,90	73,75±3,63	72,61±5,50
Ca	27,41±3,73	25,57±2,50	26,55±4,19
Mg	1,72±0,99	1,45±0,59	1,58±0,84
P	14,86±1,64	12,51±2,61	15,22±2,32
Mn·10 <sup>-2</sup>	6,99±2,34	6,60±2,24	6,95±3,69
Fe·10 <sup>-2</sup>	15,58±8,70	12,46±8,29	10,84±6,52
Zn·10 <sup>-2</sup>	2,36±0,65	2,58±0,42	2,39±0,62
Cu·10 <sup>-3</sup>	1,51±1,32	2,97±2,99	5,54±7,42
Ni·10 <sup>-3</sup>	1,97±1,47	1,60±0,59	1,49±0,36
Sr·10 <sup>-2</sup>	1,63±0,81	1,54±0,33	1,59±0,91
Pb·10 <sup>-3</sup>	2,48±1,76	3,31±1,76	2,24±1,17
Cd·10 <sup>-4</sup>	2,37±1,09	3,61±1,02	2,16±0,73

Сравнив средние показатели выделенных групп (табл. 4, 6), видим, что минерализация зависит от пола и возраста людей. При этом останки мужчин имеют более высокие значения зольности, останки детей — наименьшие, что обусловлено толщиной и прочностью костной ткани (рис. 5). Содержание кальция в исследуемых группах довольно близко. Особенностью минерального статуса костной ткани скелетов индивидуумов из саргатских погребений является пониженное содержание кальция — в среднем 28,4 %. Согласно литературным данным, средняя величина концентрации кальция в костной ткани составляет 37±2 % [Козловская, 1992]. Столь же низкие показатели зафиксированы для джетысарской культуры раннего железного века Приаралья — 21–23 %, для северных групп славян они находятся в диапазоне 17–24 %, что признается характерным для жителей аридных территорий [Козловская, 1993]. Однако для эпохи раннего железного века в лесостепной зоне, скорее всего, это связано с геохимическими особенностями территории [Ковальский, 1974. С. 113], а также, возможно, систематическим недоеданием, так как крайне низкие показатели содержания кальция зафиксированы в 12 из 19 рассмотренных могильников и касаются в равной мере всех половозрастных групп.

Большое погрешности усредненных значений по магнию свидетельствуют о том, что фактически отсутствует корреляция его содержания с половозрастной принадлежностью индивидуумов, т. е. различия следует связывать с рационом питания. Высокие значения концентрации фосфора наблюдаются у детей и мужчин, у женщин они заметно ниже (рис. 5). В отношении детей это обусловлено физиологически [Хмелевский, Усатенко, 1987. С. 34], у мужчин, видимо, связано с существенной долей молочных продуктов (сыра, творога), мяса и конопли в их рационе.



**Рис. 3.** Распределение макроэлементов в костной ткани детей, %



По показателям железа лидирует мужская группа, у женщин и детей средние значения ниже. Это указывает на некоторые физиологические закономерности усвоения, а также может быть обусловлено наличием определенных продуктов в рационе питания (см. рис. 5).

Содержание марганца колеблется незначительно, т. е. оно регламентируется геохимической ситуацией в районе обитания. Отметим, что высоких, выше нормы, величин нет. Низкие показатели, характерные для людей с опухолями и измененными костными тканями, меньше чем  $28,6 \cdot 10^{-2}$  [Скоблин, Белоус, 1968. С. 156], присущи почти всем пробам.

В значениях цинка нет больших различий между группами (см. рис. 5), но у женщин его чуть больше, чем у мужчин и детей. По литературным данным, повышенная доля цинка указывает на значительную роль рыбы в рационе питания. Колебания значений меди очень значительны, ее мало у мужчин, много у детей, что связано с какими-то индивидуальными особенностями, возможно, ношением медных амулетов. В большинстве проб величины по меди следует признать низкими. Из табл. 5 мы выбрали значения в два раза меньшие нормы содержания ее у здорового человека в пересчете на золу по А. П. Скоблину и А. М. Белоусу [1968. С. 156] как показатель медной недостаточности. Они оказались у 28,6 % индивидуумов и одинаково присущи всем половозрастным группам во всех некрополях.

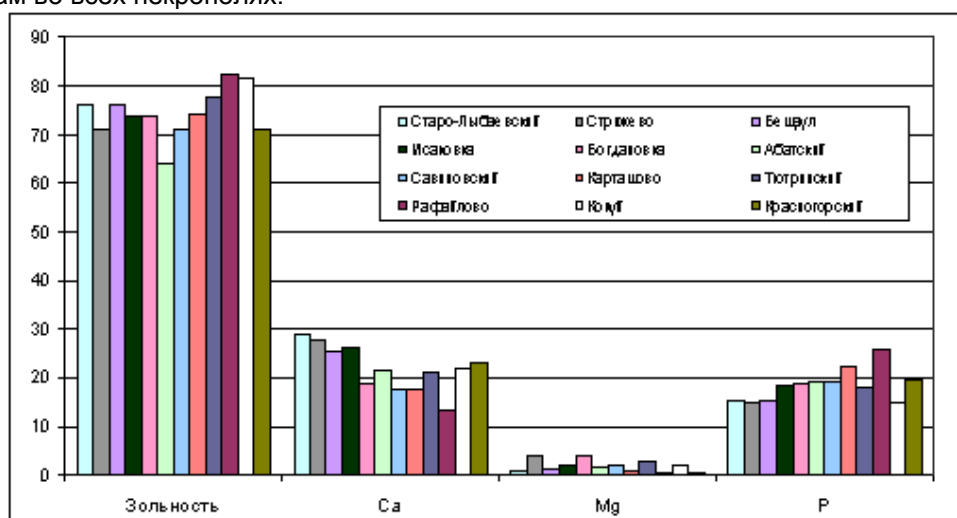


Рис. 4. Распределение макроэлементов в костной ткани женщин, %

Невелики различия в содержании в костных тканях стронция и никеля, что, вероятно, определяется геохимическими особенностями среды. Колебания значений свинца по половозрастным группам разительны. Наибольшее содержание этого элемента наблюдается у женщин, что трудно объяснить. Разница в долях кадмия в пробах наиболее заметна между мужчинами и женщинами (см. рис. 5), что позволяет предположить здесь зависимость от физиологических особенностей и рациона питания. Отношение стронция к кальцию, которое является показателем употребления растительной пищи, показывает, что у женщин (рис. 6) доля ее во много раз выше, чем у мужчин (рис. 7) и детей.

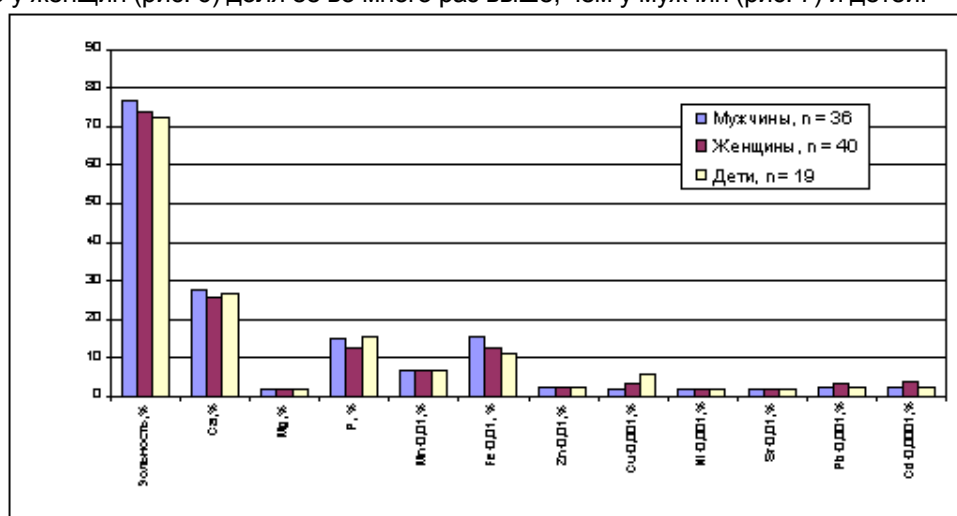
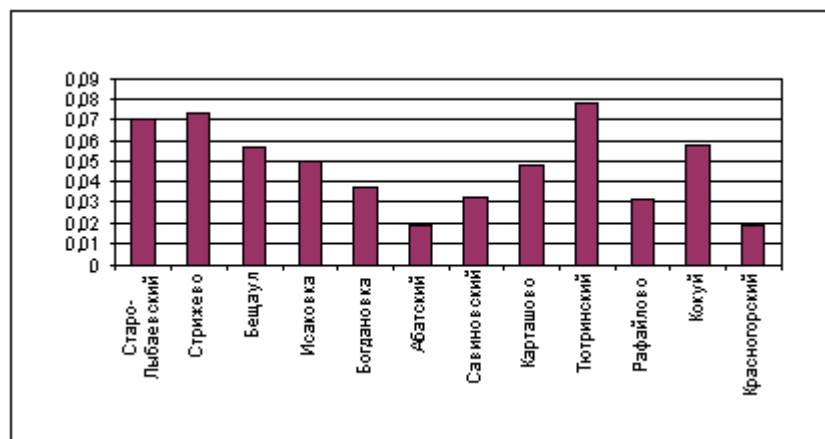
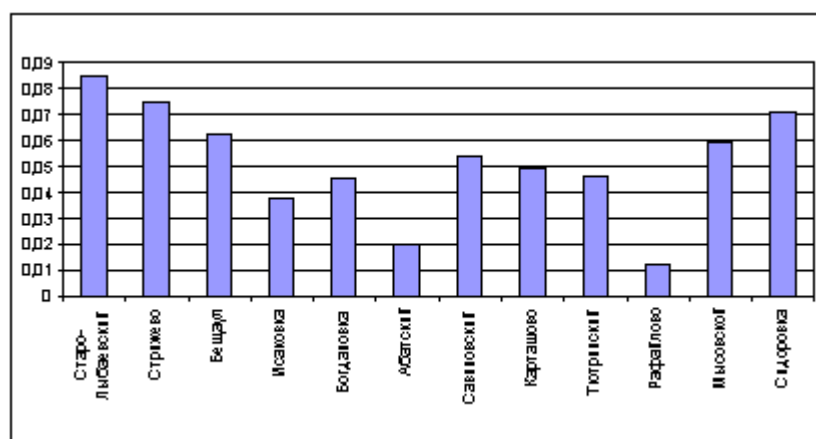


Рис. 5. Распределение химических элементов в половозрастных группах саргатского населения

*Индивидуальный анализ.* По низким показателям зольности выделяются образцы № 61, № 63, принадлежащие скелетам женщин из могильника Абатский-3. Можно предполагать в этих случаях наличие остеопороза или перенесенную болезнь с длительной неподвижностью, при которых наступает деминерализация костной ткани до 8–32 %. Одной из причин их болезненного состояния мог быть недостаток белкового питания, при котором нарушается способность организма усваивать кальций [Торбенко, Касавина, 1977. С. 226]. Как показатель нездоровья из наших данных (табл. 5) выбраны величины в два раза меньшие нормы содержания кальция в костях — 18 % и менее, таковые отмечены у 25,5 % индивидуумов из 12 некрополей. Получается, что неправильный минеральный баланс привел к болезням значительной части населения.



**Рис. 6.** Отношение стронция к кальцию у женщин из погребений саргатской культуры



**Рис. 7.** Отношение стронция к кальцию у мужчин из погребений саргатской культуры

Значительно ниже среднего находится уровень фосфора в образце № 69, у девочки-подростка из Тютринского могильника, что заставляет предположить в данном случае недостаточность питания, несмотря на элитарный характер погребения, или избирательность рациона с исключением, например, мяса, печени, сыра как продуктов для взрослых.

Показатели по железу в скелетах людей различаются более чем в 100 раз. Недостаток его [1] отмечен почти в четверти образцов, причем для людей из могильников Стрижево-1, Бещаул-2, 3, 4, особенно Исаковки-1 (у взрослых женщин и мужчин) это весьма характерно. Избыток железа [2], как исключение из правила, зафиксирован только в образцах из курганов 33 и 34 с высоким уровнем грунтовых вод Старо-Лыбаевского-4 могильника и богатого погребения Сидоровки, с обилием железных предметов инвентаря, что связано с посмертным накоплением его в образцах.

Некоторый избыток стронция можно усмотреть в образце № 10 из Старо-Лыбаевского-4 могильника и предполагать наличие рахита у этого полуторагодовалого ребенка [Ковальский, 1974. С. 102]. При общем низком содержании цинка в костной ткани, есть образец, в котором он совсем не зафиксирован, — № 20, из скелета мужчины 50 лет некрополя Стрижево-1, хотя данный элемент имеет тенденцию к накоплению в костях с возрастом. В этом случае недостаток животных белков, с которыми поступает цинк, должен был вызвать малый рост и анемию у человека, так как

дефицит цинка сопровождается дефицитом меди, железа и марганца [Ноздрюхина, 1977. С. 87, 92].

*Локальный анализ.* Чтобы оценить влияние особенностей геохимической и территориальной обстановки, исследуемые образцы были разделены на группы по могильникам и половозрастному признаку. Группировка могильников проведена так, что 19 памятников разделены на территориальные серии (см. рис. 1) по трем районам саргатской культуры [3] для выявления влияния геохимической обстановки или социально-культурных традиций общин на их адаптацию. Максимальное значение зольности наблюдается в Притоболье, минимальное — в бассейне Ишима. Содержание кальция примерно одинаковое в пробах из Притоболья и Прииртышья, заметно ниже в Приишимье. Концентрация магния чуть больше на Иртыше. Фосфора больше в Приишимье, тогда как в других районах количество этого элемента примерно одинаково. Колебания марганца в этих группах незначительны, а содержание железа выше в Притоболье. Различий в содержании концентраций цинка, никеля, свинца, кадмия, стронция практически не наблюдается.

Таким образом, имеются вариации в пределах общих закономерностей содержания элементов в почвах и водах лесостепной зоны Западной Сибири. Но поскольку на сегодня детального геохимического районирования экологами проведено не было, у нас нет возможности выявить локальную специфику материалов отдельных местностей. Влияние местных ландшафтных, почвенных и гидрологических условий на здоровье и питание людей было, несомненно, существенным. В частности, геохимический статус низких пойменных угодий объясняет резкое различие данных Старо-Лыбаевского-4 и Мысовского могильников, в которых содержание железа и марганца значительно превышает результаты остальных некрополей (рис. 8, 9).

Свинец преимущественно накоплен в образцах из Старо-Лыбаевского-4 могильника (см. рис. 8). Колебания концентраций железа очень значительны, от  $0,59 \cdot 10^{-2}$  до  $50,51 \cdot 10^{-2}$  %. Минимальное содержание железа у детей могильника Стрижево, максимальное — у мужчин из Сидоровки. В отношении стронция наблюдаются заметные колебания внутри групп: минимальное —  $0,58 \cdot 10^{-2}$  % Рафайлово, у детей из Стрижево максимальное в  $4,51 \cdot 10^{-2}$  % (табл. 5).

Самым высоким отношение стронция к кальцию является у детей и женщин Старо-Лыбаевского-4, Стрижевского и Тютринского могильников, т. е. можно сделать вывод, что в этих общинах преобладала растительная пища. В Абатском, Богдановке у женщин и мужчин примерно одинаковое отношение стронция к кальцию. Интересно, что в Абатском могильнике и особенности погребального обряда (вооруженность женщин, обилие инвентаря) дают меньшее различие между мужской и женской частью общины. Мы предполагаем элитарный воинский характер данных некрополей и, видимо, большую материальную обеспеченность и однородность питания дружинников и членов их семей.

Повышенное содержание стронция, меди, возможно, связано с преобладанием в рационе питания растительной пищи [Gilbert, 1977] и рыбы [Geidel, 1982]. Свинца, железа и кадмия больше в костной ткани мужчин и женщин Старо-Лыбаевского-4 и Сидоровки. Эти элементы соответствуют употреблению в пищу белков, а именно мяса животных, птиц и моллюсков.

Наряду с высокими концентрациями элементов — индикаторов белкового питания отмечаются низкие концентрации стронция, что вполне согласуется друг с другом и вызвано небольшой долей растительной пищи в структуре их традиционного рациона.

Кластерный анализ по средним значениям содержания элементов в различных могильниках не дал их распределения по территориальному признаку ни в малой выборке [Матвеева, Ларина, Вилль, Захарова, 2003], ни в большой (рис. 10). Погребения из разных некрополей могут образовывать единый кластер. Причем в такие грозди могут объединяться пробы из скелетов как только женщин (№ 3, 6, 13), так и мужчин с детьми (кластеры из образцов: № 73, 36; № 58, 78, 81; № 55, 85; № 1, 4, 7, 11, 14). В ряде кластеров присутствуют представители всех половозрастных групп (№ 23, 25, 92; № 2, 62, 96, 97, 74). Обособлены погребения из Сидоровки (№ 95) и могильника Старо-Лыбаевский-4 кург. 33, погр. 4 (№ 12) с накопленным посмертно содержанием железа.

Вероятно, основной причиной различий минерального статуса костной ткани людей является социальная регламентация количества продуктов и состава блюд для разных групп по полу и возрасту, традиции распределения еды в семье, общине. Различие рациона питания мужчин и женщин доказано Д. И. Ражевым по данным зубных патологий. У женщин больше истерты зубы из-за употребления более жестких продуктов, меньше микротравм эмали от мясной пищи [Ражев, 2002].

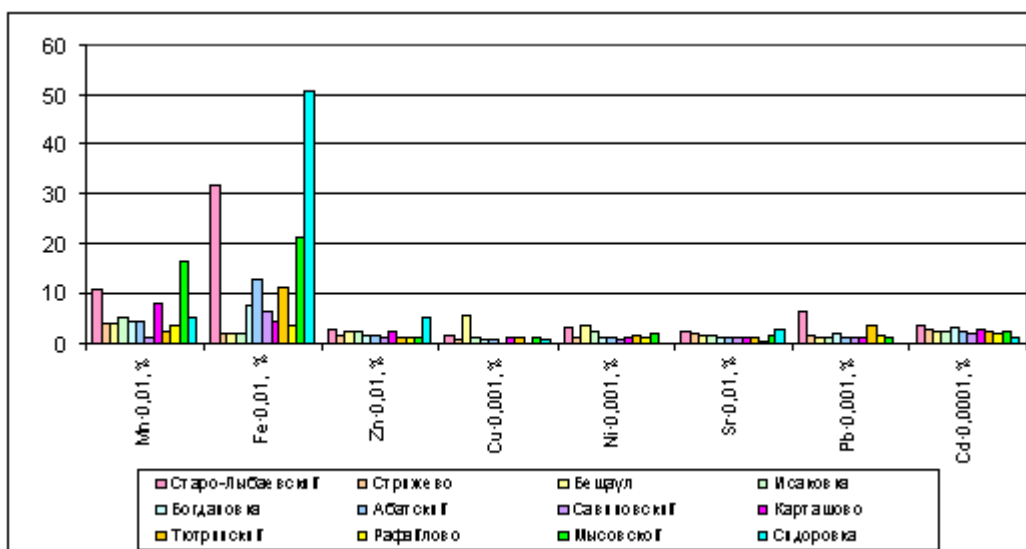


Рис. 8. Распределение микроэлементов в костной ткани мужчин

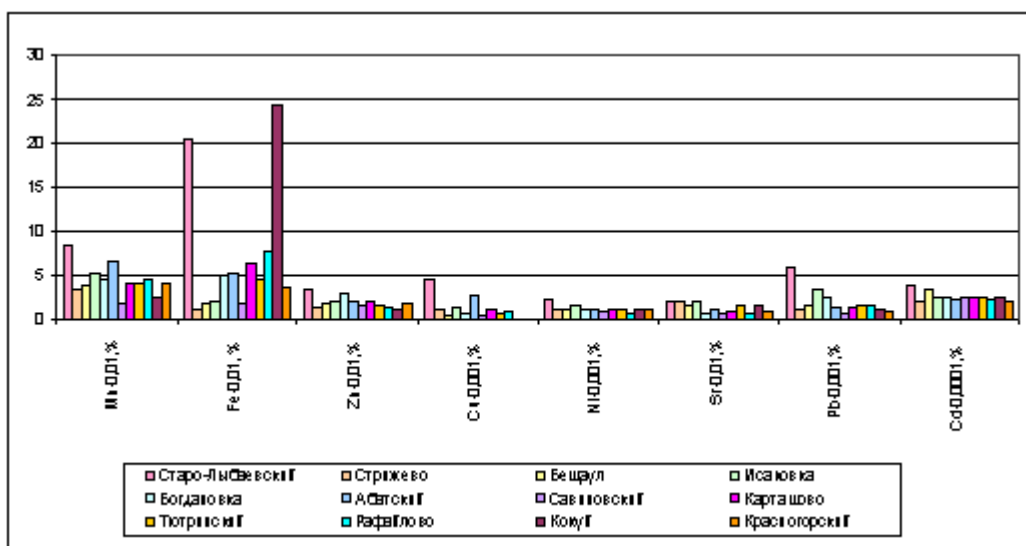


Рис. 9. Распределение микроэлементов в костной ткани женщин

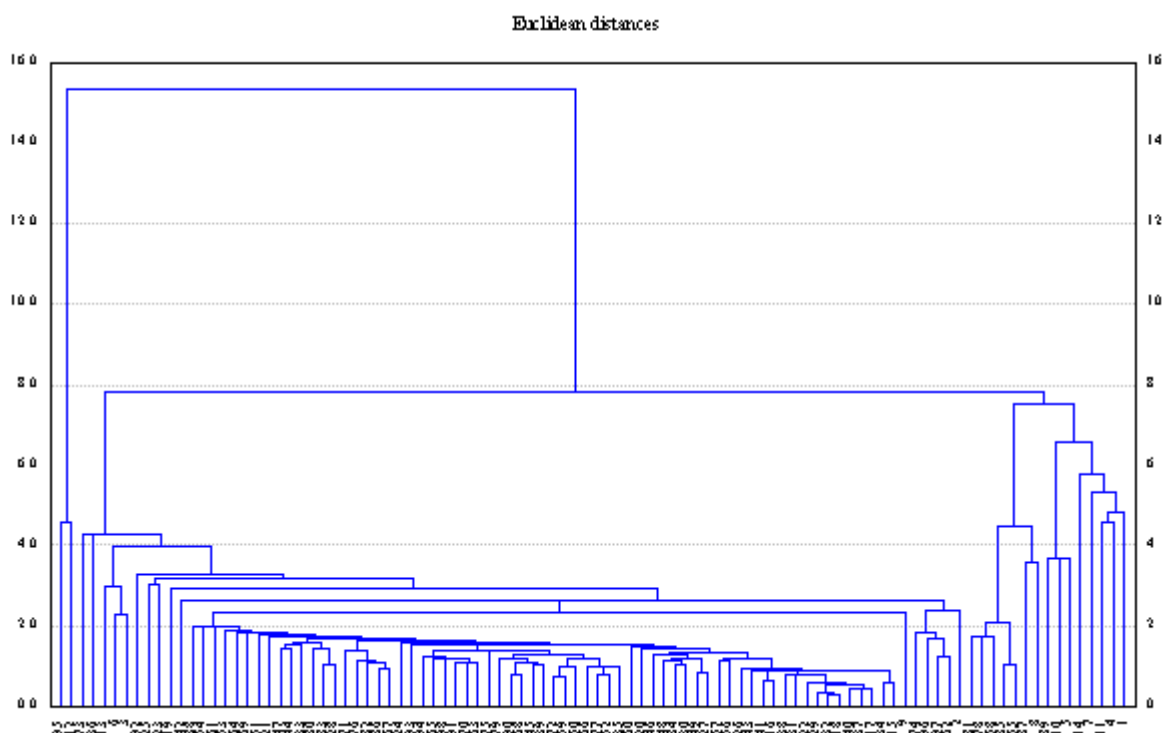
### Выводы

1. Различия уровня минерализации и химического состава костной ткани зависят как от физиологических особенностей организмов, так и от рациона питания.

2. Установлена зависимость химического состава костной ткани людей от места их обитания, т. е. влияние на здоровье геохимических особенностей ландшафтов было существенным. Отмечается общий дефицит кальция, железа, меди и марганца, характерный для лесных и пойменных почв, солончаков, борových песков [Каретин, 1990. С. 81–104], что через пищевые цепи сказывалось и на обмене веществ в организмах людей.

3. Экологический фактор наряду с факторами социального стресса и недоедания являлся одной из слагающих комбинированной причины авитаминозов, анемий, заболеваний опорно-двигательного аппарата. Надо констатировать, что недоедание было существенной стороной жизни общин. Данный вывод коррелирует с результатом, полученным Д. И. Ражевым по эмалевой гипоплазии, указывающим на периоды истощения, перенесенные не по одному разу, в раннем детстве большинством детей [Ражев, 2002]. Кроме того, он подтверждается косвенно нашими исследованиями пищи саргатского населения по нагарам на посуде, давшими резкое различие в рецептуре мясных, рыбных блюд и похлебок, использовании в пищу моллюсков, насекомых и богатого арсенала съедобных растений [Матвеева, Ларина, Гулуева, Чикунова, 2002].

4. Можно говорить о преобладании растительной пищи в рационе большинства женщин (кроме элиты) и мясной и рыбной диеты в рационе мужчин.



**Рис. 10.** Иерархическая дендрограмма проб из погребений саргатской культуры по микроэлементному составу

В целом результаты хорошо коррелируют с преимущественно скотоводческой направленностью хозяйства и патриархальными традициями в культуре саргатского населения, выявленными на основе археологических [Матвеева, 2000. С. 253] и антропологических [Ражев, 2002] исследований. Репрезентативность выборки делает ее исключительно ценной для дальнейших сравнительных изысканий в палеоэкологическом направлении. Детальная интерпретация полученных данных в аспекте оценки состояния здоровья древних людей требует привлечения новой медико-биологической информации о региональных особенностях минерального статуса костной ткани современников и является задачей будущих исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

- Каретин Л. Н. Почвы Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1990.
- Ковальский В. В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 280 с.
- Козловская М. В. Биология палеопопуляций. Реконструктивные возможности и перспективы исследований // Экологические аспекты в палеоантропологических и археологических реконструкциях. М.: Ин-т археологии, 1992. С. 28–36.
- Козловская М. В. Минеральная часть костной ткани // Историческая экология человека. 1998. Вып. 1. С. 220–244.
- Ларина Н. С., Колиух О. А., Вилль К. В., Гулуева М. Х. Химический анализ костного материала древних захоронений // Вестник ТюмГУ. Тюмень, 2002. № 4. С. 46–52.
- Матвеева Н. П. Социально-экономические структуры населения Западной Сибири в раннем железном веке. Новосибирск: Наука, 2000. 395 с.
- Матвеева Н. П., Ларина Н. С., Вилль К. В., Захарова Л. Е. Новые данные об особенностях питания саргатского населения Западной Сибири // Экология древних и современных обществ. Докл. конф. Тюмень: Изд-во ИПСО СО РАН, 2003. Вып. 2. С. 143–147.
- Матвеева Н. П., Ларина Н. С., Гулуева М. Х., Чикунова И. Ю. Изучение рациона питания населения раннего железного века Западной Сибири по нагарам на посуде // Вестник ТюмГУ. Тюмень, 2002. № 2. С. 22–30.
- Матвеева Н. П., Ларина Н. С., Колиух О. А. Некоторые данные о рационе питания населения саргатской культуры западносибирской лесостепи // Степи Евразии в древности и средневековье. Материалы Междунар. конф. СПб.: Государственный Эрмитаж, 2002. Кн. 2. С. 252–255.
- Ноздрюхина Л. Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Наука, 1977.
- Ражев Д. И. Население лесостепи Западной Сибири раннего железного века: реконструкция антропологических особенностей. Дис. ... канд. ист. наук. Екатеринбург, 2002. Рукопись.

- Скоблин А. П., Белоус А. М. Микроэлементы в костной ткани. М.: Медицина, 1968. 230 с.
- Торбенко В. П., Касапина Б. С. Функциональная биохимия костной ткани. М.: Медицина, 1977. 273 с.
- Хмелевский Ю. В., Усатенко О. К. Основные биохимические константы человека в норме и при патологии. Киев: Здоровье, 1987.
- Geidel A. A. Trace elements studies for Mississippian skeletal remains. Findings from neutron activation analysis // *Masca J.* 1982, № 2.
- Gilbert R. Applications of trace elements research to problems in archaeology // *Biocultural adaptations in prehistorically America*. Ed. by Blakely R. L., University of Georgia Press, 1977. 173–184 pp.

Тюмень, ИПОС СО РАН,  
ТюмГУ

- 
- [1] В 10 раз ниже среднего по выборке.
- [2] В 3–5 раз выше среднего.
- [3] Данных по Барабе в наших источниках не имеется.

---

[\*] Работа поддержана грантом РФФИ № 01-06-80094 «Комплексное изучение условий жизни саргатского населения раннего железного века», региональным грантом молодых ученых, а также грантом МАС РФФИ № 03-06-06083.