

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ОЦЕНКА ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ПОМОЩИ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА ВОЛОС

ESTIMATION OF THE ELEMENTAL STATUS OF CHILDREN IN MOSCOW REGION BY MEANS OF MULTIELEMENT HAIR ANALYSIS

В.А. Демидов, А.В. Скальный
V.A. Demidov, A.V. Skalny

АНО “Центр Биотической Медицины”, а/я 56, Москва 125047 Россия.

e-mail: skalny@orc.ru

ANO “Center for Biotic Medicine”, P.O. Box 56, Moscow 125047 Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, Московская область, географическое распределение, дети.

KEYWORDS: trace elements, Moscow region, geographical distribution, children.

РЕЗЮМЕ: Проведен сравнительный анализ содержания 22 макро- и микроэлементов в волосах детей в возрасте от 3 до 8 лет, постоянно проживающих на территории Московской области. Установлена зависимость элементного состава волос детей как от удаленности места постоянного проживания от Москвы, так и от его географического положения. Для детей дошкольного возраста всех районов Московской области типичен риск возникновения дефицитов Mg, Zn и Co. Максимальная концентрация токсичных химических элементов в волосах характерна для детей, проживающих в среднем Подмоскovie в северном и северо-восточном направлениях, минимальная — в ближнем Подмоскovie северо-западного и юго-западного направлений.

ABSTRACT: 23 major and trace elements hair content in children 3–8 years old, constantly living in Moscow region, was comparatively analyzed. Dependence of children’s elemental hair content on both geographical setting of the living site and its distance from Moscow city was found. The risk of Mg, Zn and Co deficiencies is typical for preschool children in all districts of Moscow region. The maximal concentration of toxic chemical element in hair characterizes children living in northern and northeastern sectors of middle Podmoskovie, the minimal one — in northwestern and southwestern sectors of near Podmoskovie.

Введение

В настоящее время многоэлементный анализ волос является одним из основных методов оценки элементного статуса популяции. Повышенный инте-

рес к этой проблеме отражает огромное количество публикаций, вышедших из печати за последнее время (только в России в течение десятилетия было опубликовано свыше 150 статей на данную тему) (Кудрин и др., 2000; Скальный, Кудрин, 2000; Скальный, 2001; Голубкина и др., 1996; Ревич, 1996 и др.).

Наибольший интерес для исследователей в России представляют регионы со значительной индустриальной нагрузкой и, как следствие, повышенным уровнем загрязнения окружающей среды (Южный Урал, Восточная Сибирь), а также Московская область, как одна из наиболее урбанизированных территорий России. Сейчас уже не вызывает сомнений, что элементный состав волос человека зависит от множества экологических, социальных, культурных факторов, особенностей диеты и места проживания. Пол, возраст, цвет волос и их состояние, окраска, способ пробоподготовки и анализа также оказывают влияние на получаемые результаты. Как было показано нами, время года также может существенно изменить “элементный портрет” человека (Skalnaya et al., 2001, Скальный, Демидов, 2001). Таким образом, волосы, реагируя на все перечисленные воздействия становятся своеобразным интегральным показателем, который может быть использован в эпидемиологических и токсикологических исследованиях, а также для оценки адекватности питания как на индивидуальном, так и на популяционном уровнях.

Настоящее исследование посвящено изучению особенностей элементного состава волос детей,



Рис. 1. УСЛОВНОЕ ДЕЛЕНИЕ РАЙОНОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО СТЕПЕНИ УДАЛЕННОСТИ ОТ МОСКВЫ.



Рис. 2. УСЛОВНОЕ ДЕЛЕНИЕ РАЙОНОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ГЕОГРАФИЧЕСКОМУ ПОЛОЖЕНИЮ.

проживающих в сходных климатогеографических, социальных и культурных условиях в сельской местности и городах Московской области.

Материалы и методика

В течение 1997–2001 гг. было проведено обследование 614 относительно здоровых детей в возрасте от 3 до 9 лет, постоянно проживающих в Московской области, включающее анкетирование и исследование содержания 22 химических элементов (Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Ti, V, Zn) в волосах.

Все обследованные лица были сгруппированы по месту проживания. По степени удаленности места проживания от Москвы все территория области была разделена на 3 условные группы: ближнее Подмосковье (до 30 км от Москвы), среднее Подмосковье (20–100 км) и дальнее Подмосковье (70–200 км) (рис. 1). По направлению места проживания по отношению к Москве обследованные были разделены на 8 групп, соответствующих географическому положению: северное, северо-восточное, восточное, юго-восточное, южное, юго-западное, западное, северо-западное (рис.2).

Волосы для анализа состригаются с нескольких (3–5) участков затылочной части головы, длина волос составляет 2–4 см, масса общей навески (одной пробы) должна быть в пределах 100–300 мг. Пробы помещаются в эфир ЧДА для обезжиривания и удаления внешних посторонних включений (например, частиц пыли, бытовых химикатов), затем в сушильном шкафу их масса доводится до постоянной воздушно-сухой. Волосы доводятся до полного растворения: при нагревании (80–100°C) в 2 мл азотной кислоты с добавлением нескольких капель перекиси водорода в течение 1–3 часов. Полученный раствор анализируется методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСАП) (приборы IСАР-9000 “Thermo Jarrell Ash, США, Perkin-Elmer Optima 2000 DV, США).

Подготовка и анализ проб проводятся в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ и методические указания “Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами”, утв. МЗ СССР (1989 г.), методическими рекомендациями № 41 “Выявление и коррекция нарушений обмена макро- и микроэлементов”, утв. КЗ г.Москвы 12.09.2000.

Результаты и обсуждение

В результате проведенной статистической обработки выявлена существенная разница в концентрации химических элементов в волосах детей в зависимости от удаленности места проживания от Москвы. Наибольшая концентрация токсичных химических элементов обнаружена в волосах детей из среднего

ТАБЛИЦА 1. КОНЦЕНТРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАЗЛИЧНОМ УДАЛЕНИИ ОТ МОСКВЫ (МКГ/Г).

Элемент	Удаление		
	Ближнее (n = 242)	Среднее (n = 109)	Дальнее (n = 264)
Al	25,38±1,09	25,52±1,17	29,13±2,12
As	0,19±0,04	0,22±0,04	0,15±0,04
Be	0,01±0	0,03±0,01	0,01±0
Ca	517,07±34,59	586,76±41,75	527,71±54,6
Cd	0,31±0,03	0,44±0,12	0,6±0,3
Co	0,24±0,02	0,22±0,01	0,21±0,02
Cr	1,07±0,11	1,02±0,12	0,77±0,1
Cu	9,8±0,27	9,93±0,31	10,02±0,39
Fe	27,43±1,25	30,89±1,66	32,67±2,66
K	851,66±66,51	864,07±66,59	728,31±106,89
Mg	51,42±5,14	63,19±6,25	50,47±6,77
Mn	1,05±0,11	1,54±0,33	1,07±0,16
Na	680,79±55,86	821,13±83,15	721,25±109,87
Ni	0,75±0,1	0,94±0,22	0,56±0,06
P	151,44±2,87	165,11±4,18	168,12±6,52
Pb	3±0,39	3,75±0,53	3,15±0,45
Se	1,51±0,08	1,65±0,13	1,3±0,12
Si	14,98±1,43	21,81±2,11	14,01±1,26
Sn	1,94±0,12	1,69±0,12	2,11±0,16
Ti	0,42±0,05	0,67±0,07	0,5±0,09
V	0,19±0,05	0,22±0,05	0,14±0,02
Zn	128,13±4,53	141,4±4,75	146,84±8

Подмосковья (As, Pb, Ni, Be) (табл. 1, 2).

В целом можно заключить, что наименьшая концентрация химических элементов в волосах детей наблюдается в ближнем Подмосковье (включая Ca, Zn, Pb, Cd, Fe), в то время как на среднем удалении от Москвы наблюдается относительно повышенный уровень в волосах P, Fe, Zn, Cu, Al, Sn, Ti, Si, Pb, Mn, As, Be и пониженный K, Se, Cr, V.

Для дальнего Подмосковья характерно относительно пониженное содержание в волосах K, Mg, Cr, Se, Si, V, Ni, Al и повышенное — P, Fe, Al, Sn, Zn, Cd.

Сравнение аналитических данных, полученных в городской и сельской местностях, показывает наличие статистически достоверной разницы в концентрации некоторых химических элементов в волосах детей, постоянно проживающих в указанных зонах. В целом, в волосах детей, проживающих в сельской местности выше уровень P и Al ($p < 0,01$), Ti, Si, V ($p < 0,05$) и ниже As, Cd, Mn, Ni, Cd, Se ($p < 0,05$) и Pb ($p < 0,1$).

В среднем Подмосковье установлено достовер-

ТАБЛИЦА 2. КОНЦЕНТРАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ГОРОДАХ И СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ НА РАЗЛИЧНОМ УДАЛЕНИИ ОТ МОСКВЫ (МКГ/Г).

Элемент	Ближнее Подмосковье		Среднее Подмосковье		Дальнее Подмосковье	
	город n=172	сельская местность n=70	город n=60	сельская местность n=49	город n=97	сельская местность n=167
Al	24,89±1,39	26,57±1,65	22,85±1,5	27,07±1,62	24,79±2,25	34,45±3,72
As	0,22±0,06	0,12±0,03	0,29±0,1	0,17±0,02	0,13±0,03	0,18±0,08
Be	0,01±0,01	0,01±0	0,01±0	0,04±0,01	0,01±0	0,01±0,01
Ca	542,64±44,32	455,13±49,55	463,05±27,38	658,61±63,47	540,88±61,69	511,58±95,82
Cd	0,3±0,03	0,33±0,06	0,69±0,34	0,29±0,03	0,91±0,54	0,23±0,04
Co	0,25±0,02	0,23±0,03	0,22±0,02	0,23±0,02	0,23±0,03	0,19±0,03
Cr	1,05±0,15	1,11±0,11	0,93±0,13	1,07±0,18	0,86±0,16	0,65±0,1
Cu	9,63±0,25	10,21±0,7	9,95±0,41	9,92±0,44	10,15±0,63	9,86±0,38
Fe	26,9±1,46	28,7±2,39	29,75±2,32	31,55±2,26	34,25±3,81	30,73±3,66
K	849,99±76,48	855,72±133,12	1039,55±130,92	763,2±72,22	721,51±121,11	736,64±187,38
Li	0,11±0,03	0,13±0,02	0,22±0,07	0,12±0,02	0,12±0,02	0,22±0,1
Mg	52,74±6,36	48,23±8,58	<u>48,39±7,05</u>	<u>71,79±8,94</u>	52,1±6,75	48,48±12,69
Mn	1,14±0,15	0,83±0,07	2,14±0,86	1,2±0,11	1,06±0,26	1,08±0,18
Na	671,47±65,74	703,38±106,48	899,83±155,4	775,41±95,77	892,54±186,1	511,51±81,45
Ni	0,83±0,14	0,54±0,08	1,35±0,6	0,71±0,08	0,52±0,07	0,61±0,09
P	152,59±3,73	148,67±3,9	153,9±4,81	171,62±5,94	155,37±7,72	183,73±10,68
Pb	3,08±0,54	2,8±0,3	4,48±1,32	3,32±0,32	2,44±0,32	4,03±0,91
Se	1,58±0,1	1,34±0,11	1,99±0,3	1,44±0,09	1,48±0,18	1,08±0,16
Si	14,39±1,61	16,41±2,93	19,47±3,26	23,15±2,74	13,65±1,62	14,44±1,98
Sn	1,79±0,12	2,32±0,26	1,76±0,23	1,66±0,13	2,23±0,22	1,97±0,23
Ti	0,38±0,05	0,52±0,1	0,53±0,07	0,75±0,1	0,53±0,16	0,46±0,09
V	0,13±0,01	0,36±0,16	0,16±0,03	0,25±0,08	0,13±0,02	0,16±0,03
Zn	127,1±5,09	130,61±9,43	141,4±7,69	141,39±6,05	147,05±12,07	146,59±10,05

Выделены достоверные различия между городскими и сельскими жителями ($p < 0.05$).

ное увеличение концентрации в волосах Ca, Mg, P, Be в сельской местности по сравнению с городской. Для детей сельской местности дальнего Подмосковья характерна повышенная концентрация Ca, Mg, Al, Ti, Be и пониженная Mn, Ni, As, Pb. Достоверной разницы между городскими и сельскими жителями в ближнем Подмосковье не установлено.

Наиболее ярко разница в элементном статусе между городскими и сельскими жителями проявляется в западных районах Московской области. В волосах детей, проживающих в сельской местности в западных районах, значительно (в 2 раза) ниже концентрация Cr, Se, Si и выше — Pb, Cu. Существенное увеличение концентрации в волосах P, Cu, Sn, а также двукратное увеличение концентрации Se среди сельских жителей обнаружена также в районах, расположенных в северной части области. В тоже время достоверных различий в концентрации химических

элементов в волосах сельских и городских жителей, проживающих в наиболее загрязненной юго-восточной части Московской области не обнаружено (установлена только тенденция к повышению содержания Mn, Ni, Pb в волосах городских жителей).

Средняя концентрация Se в волосах составила от $0,88 \pm 0,19$ мкг/г в сельской местности западного направления до $2,6 \pm 1,19$ мкг/г у городских жителей северо-восточной части Московской области.

Концентрация меди изменялась от $8,32 \pm 0,35$ мкг/г в сельской местности северо-западного направления до $13,07 \pm 1,74$ мкг/г в сельской местности западного направления.

Как видно из таблицы 3, максимальная средняя концентрация в волосах As обнаружена среди детей юго-западной части Московской области ($0,36 \pm 0,06$, городское население) и минимальная — в волосах детей, проживающих в сельской местности Юго-вос-

ТАБЛИЦА 3. КОНЦЕНТРАЦИЯ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Элемент	Восточное		Западное		Северное		Северо-восточное	
	городское население	сельское население	городское население	сельское население	городское население	сельское население	городское население	сельское население
Al	22,24±2,01	23,18±1,65	28,97±4,34	28,64±3,14	30,16±4,6	38,02±4,53	18,69±2,53	27,27±2,11
As	0,14±0,04	0,2±0,05	0,28±0,05	0,14±0,05	0,21±0,1	0,14±0,1	0,17±0,07	0,17±0,04
Be	0,03±0,03	0,04±0,03	0,02±0,01	0±0	0,01±0	0,01±0,01	0,02±0,01	0,05±0,02
Ca	605,88±93,94	541,8±117,5	544,12±72,72	780,45±159,23	409,75±46,54	683,92±170,89	492,02±57,39	596,66±89,09
Cd	1,07±0,81	0,3±0,11	0,27±0,06	0,29±0,06	0,27±0,05	0,32±0,08	0,32±0,12	0,36±0,06
Co	0,26±0,04	0,21±0,03	0,21±0,04	0,22±0,05	0,31±0,05	0,25±0,04	0,22±0,05	0,21±0,02
Cr	1,02±0,29	1,19±0,22	1,32±0,3	0,65±0,11	0,85±0,13	0,84±0,15	0,88±0,15	1,38±0,46
Cu	9,47±0,46	9,39±0,5	9,26±0,54	13,07±1,74	8,84±0,51	10,54±0,5	9,1±0,62	10,11±0,94
Fe	26,99±2,28	35,46±4,81	33,8±4,66	32,89±3,44	33,02±5,18	42,15±7,69	25,73±2,82	30,95±2,48
K	799,37±186,3	698,38±130,62	956,44±175,64	797,07±212,94	778,22±210,27	862,36±229,55	941,07±284,39	907,36±152,06
Li	0,17±0,04	0,1±0,03	0,22±0,13	0,15±0,05	0,09±0,03	0,26±0,13	0,08±0,02	0,12±0,02
Mg	61,22±11,36	58,96±15,86	48,54±7,25	90,3±26,08	34,83±4,98	65,18±20,16	44,26±7,65	74,27±14,87
Mn	0,82±0,11	0,92±0,14	1,59±0,51	1,1±0,17	1,62±0,57	1,36±0,27	0,74±0,08	1,19±0,18
Na	715,51±168,87	472,65±61,72	923,37±227,24	570,5±141,85	906,15±354,66	702,52±127,02	573,81±146,5	1045,52±224,98
Ni	0,79±0,19	0,37±0,07	0,6±0,11	0,85±0,16	0,49±0,14	0,8±0,14	0,54±0,17	0,89±0,16
P	147,39±4,48	155,66±9,19	167,7±13,59	169,92±13,06	152,18±7,2	197,05±13,82	148,91±6,83	165,88±8,5
Pb	4,57±2,25	3,1±0,7	1,75±0,32	3,96±0,56	3,15±0,61	4,78±1,06	3,31±1,05	3,79±0,59
Se	1,31±0,17	1,54±0,17	1,87±0,26	0,88±0,19	1,96±0,33	0,99±0,18	2,6±1,19	1,48±0,16
Si	11,21±1,76	19,78±5,17	21,18±3,72	11,72±2,28	21,83±7,15	16,96±4,19	13,36±2,34	23,93±4,3
Sn	2,32±0,26	1,6±0,2	2,21±0,28	2,44±0,59	1,38±0,28	2,28±0,32	0,98±0,82	1,54±0,2
Ti	0,36±0,05	0,64±0,17	0,47±0,11	0,58±0,24	0,53±0,13	0,83±0,28	0,39±0,09	0,76±0,13
V	0,13±0,02	0,24±0,12	0,13±0,03	0,51±0,36	0,09±0,02	0,14±0,03	0,18±0,09	0,31±0,17
Zn	149,96±15,68	119,59±9,42	123,56±12,55	137,63±13,74	133,44±10,99	160,28±14,93	146,72±20,06	139,72±11,78

ТАБЛИЦА 3 (ПРОДОЛЖЕНИЕ).

Элемент	Северо-западное		Юго-восточное		Юго-западное		Южное	
	городское население	сельское население	городское население	сельское население	городское население	сельское население	городское население	сельское население
Al	24,11±1,88	31,03±3,59	24,45±2,21	25,61±3,4	22,83±4,42	25,7±6,72	22,46±1,43	21,29±2,62
As	0,16±0,05	0,21±0,06	0,23±0,16	0,09±0,04	0,36±0,06	0,22±0,07	0,29±0,14	0,1±0,04
Be	0±0	0,05±0,02	0,01±0	0,01±0,01	0±0	0,01±0,01	0,01±0	0±0
Ca	558,41±85,92	493,55±75,82	450,09±37,28	566,63±97,03	477,3±44,34	509,75±119,21	533,14±55,79	499,68±117,95
Cd	0,36±0,05	0,19±0,03	1,08±0,63	0,25±0,05	0,23±0,04	0,52±0,15	0,32±0,06	0,21±0,04
Co	0,26±0,03	0,21±0,03	0,21±0,03	0,19±0,03	0,17±0,03	0,35±0,05	0,22±0,03	0,23±0,04
Cr	0,99±0,28	0,93±0,1	0,94±0,22	0,85±0,11	0,77±0,1	1,06±0,18	0,97±0,15	0,77±0,16
Cu	9,83±0,37	8,32±0,35	10,02±0,71	9,09±0,61	10,46±0,74	9,69±1,45	10,51±0,59	11,17±1,02
Fe	29,09±3,12	23,22±2,13	32,21±3,83	25,63±2,42	24,64±3,31	33,21±8,93	26,02±1,87	22,73±1,86
K	775,32±110,6	691,6±116,52	887,82±131,2	646,39±164,79	1129,78±265,27	663,06±211,94	955,07±156,39	875,79±200,97
Li	0,09±0,02	0,14±0,04	0,3±0,13	0,12±0,03	0,07±0,02	0,07±0,03	0,1±0,02	0,11±0,04
Mg	63,03±13,61	46,72±10,58	36,59±3,41	58,2±17,64	60,49±25,97	45,13±10,12	51,49±6,6	48,91±14,13
Mn	1,01±0,1	0,94±0,18	3,37±1,61	0,96±0,12	0,78±0,24	1,57±0,65	0,88±0,08	0,82±0,15
Na	632,98±92,77	653,83±132,84	923,52±188,98	742,38±187,42	786,18±140,72	406,8±111,32	783,83±172,82	708,98±153,17
Ni	0,72±0,14	0,43±0,08	2,03±1,09	0,42±0,08	0,34±0,07	1,36±0,48	0,98±0,29	0,44±0,1
P	150,38±5,44	163,32±10,1	153,96±9,09	177,06±14,43	162,27±14,65	153,22±17,02	151,65±3,96	151,8±4,9
Pb	3,14±0,4	2,01±0,34	5,16±2,37	1,98±0,37	1,93±0,26	3,13±0,93	2,93±0,36	3,79±0,93
Se	1,4±0,14	1,51±0,16	2,04±0,39	1,68±0,2	1,38±0,24	1,41±0,31	1,57±0,17	1,05±0,19
Si	12,16±2,7	20,09±4,14	17,76±5,03	14,6±2,25	22,56±3,01	21,38±5,8	13,74±1,43	29,51±10,12
Sn	1,92±0,26	1,83±0,2	1,78±0,22	2,23±0,33	0,99±0,19	2,2±0,51	2,12±0,21	1,33±0,3
Ti	0,34±0,09	0,39±0,06	0,4±0,04	0,57±0,16	0,61±0,22	0,65±0,21	0,59±0,15	0,7±0,15
V	0,15±0,02	0,19±0,05	0,11±0,02	0,47±0,33	0,22±0,06	0,14±0,03	0,15±0,03	0,12±0,03
Zn	122,35±7,92	136,69±8,55	141,96±11,02	164,11±17,34	123,32±16,45	125,1±12,37	141,9±8,62	124,99±10,01

Выделенные значения с достоверной разницей между сельскими и городскими жителями (<0,05).

ТАБЛИЦА 4. ОФИЦИАЛЬНЫЙ* и УСЛОВНЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ** КОНЦЕНТРАЦИИ МАКРО- и МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ (МКГ/Г).

Элемент	Официальный		ЦБМ	
	Нижняя граница	Верхняя граница	Нижняя граница	Верхняя граница
Al	–	–	2	40
As	–	1	0	1
Be	–	–	0	1
Ca	–	–	200	1500
Cd	–	1	0	0,5
Co	–	–	0,2	1
Cr	–	–	0,5	1,5
Cu	–	–	6,5	15
Fe	–	–	15	50
Hg	–	–	0	1
K	–	–	60	1000
Li	–	–	0	0,5
Mg	–	–	25	120
Mn	–	–	0,5	3
Na	–	–	60	1000
Ni	–	–	0	2
P	–	–	120	220
Pb	–	9	0	5
Se	–	–	0,8	3
Si	–	–	5	30
Sn	–	–	0	3
Ti	–	–	0	2
V	–	–	0	0,5
Zn	–	–	125	250

* Министерство Здравоохранения СССР (1989).

** Центр Биотической Медицины, Москва (1999).

точного направления ($0,09 \pm 0,04$ мкг/г).

Пределы изменения концентрации никеля оставили от $0,34 \pm 0,07$ мкг/г и $0,37 \pm 0,07$ мкг/г у городского населения юго-восточной и сельского населения восточной части Московской области соответственно до $2,03 \pm 1,09$ мкг/г у детей, проживающих в городах на юго-востоке области, Cd — от $0,19 \pm 0,03$ мкг/г (северо-запад, сельская местность) до $1,08 \pm 0,63$ мкг/г на юго-восточном направлении (городское население). Максимальный уровень Be в волосах обнаружен у детей, постоянно проживающих в северо-восточной и северо-западных частях Московской области.

При сравнении содержания химических элементов в волосах детей, проживающих в крупных городах Московской области, были обнаружены значитель-

ные колебания в концентрации некоторых из них. Так, минимальная концентрация Pb, установленная в Люберцах (ближнее Подмосковье, западное направление), Одинцово (западное направление, ближнее Подмосковье) составила $2,22 \pm 0,4$ и $2,32 \pm 0,43$ мкг/г соответственно, в то время как максимальная концентрация, обнаруженная в волосах детей из Подольска (среднее Подмосковье, южное направление), Балашихи (восточное направление, ближнее Подмосковье) и Раменского (юго-восточное направление, среднее Подмосковье) составила $6,45 \pm 2,66$, $7,56 \pm 3,68$ и $8,42 \pm 4,62$ мкг/г соответственно (средняя концентрация в Подмосковье по нашим данным — $3,64 \pm 0,56$ мкг/г). Аналогичные данные, касающиеся концентрации в волосах детей Zn, показали разброс от $77,4 \pm 10,4$ мкг/г в Подольском районе (сельское население) до $200 \pm 48,6$ мкг/г в Люберецком районе (сельское население). Средняя концентрация цинка у детей данной возрастной группы в Московской области составляет $138,31 \pm 25,4$ мкг/г.

Для лучшего понимания реальной картины состояния элементного статуса детского населения Московской области нами были использованы относительные данные, отражающие частоту отклонения концентраций химических элементов от нормального (биологически допустимого) уровня их содержания в организме. На рис. 3 представлены частоты встречаемости повышенных и пониженных концентраций макро- и микроэлементов по сравнению с условным биологически допустимым уровнем, принятым в лаборатории Центра Биотической Медицины (табл. 4).

Северное направление. В соответствии с представленными данными, для севера Московской области характерна широкая распространенность пониженного содержания в волосах детей Mg, Se, Si, Zn, Co (45–60% детей) вместе с повышенным содержанием Sn, Al, Pb (25–30%) и Cd (20%).

Северо-восточное и восточное направления. Для детей, проживающих в указанных районах Московской области характерно широкое распространение пониженной концентрации Zn, Co, Mg (около 50%) и высокого содержания в волосах Ni, Pb (25–30%, северо-восток области) и Sn (40%), Pb (25%) (восток области).

Юго-восточное направление. Среди детей, проживающих на юго-востоке области широко распространены избытки в волосах Sn (40%), Cd (30%) и Pb, Cr (20%) и дефициты Mg, Zn, Co (52%, 48% и 47% соответственно).

Южное направление. Направление характеризуется относительно высокой встречаемостью в волосах детей низкой концентрации Mn, Zn, Co (40%, 49% и 48% соответственно) и Mg, Se, Cr (40%, 39%, 40%). Достаточно широко распространены (20–30% случаев) повышенные концентрации в волосах Sn и Pb.

Юго-западное направление. Наиболее часто встречаются недостатки Mn, Zn, Co (60%, 58% и 43% соответственно), а также Mg и Se (40%). Часто встречается избыточное содержание в волосах Cd (25%).

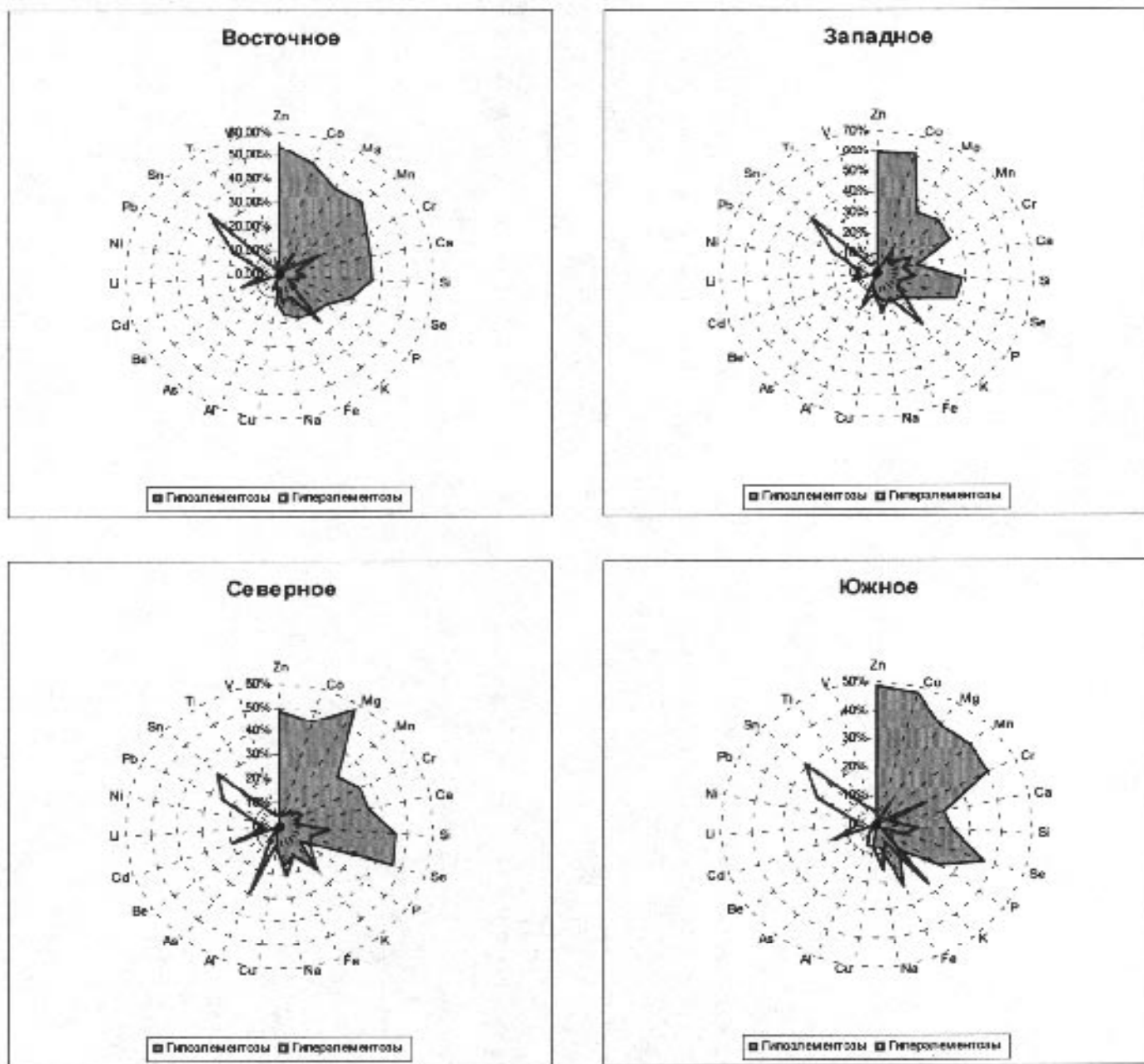


Рис. 3. ЧАСТОТА (%) ГИПЕР- И ГИПОЭЛЕМЕНТОЗОВ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

(30%) и Pb, Cr (20%) и дефициты Mg, Zn, Co (52%, 48% и 47% соответственно).

Южное направление. Направление характеризуется относительно высокой встречаемостью в волосах детей низкой концентрации Mn, Zn, Co (40%, 49% и 48% соответственно) и Mg, Se, Cr (40%, 39%, 40%). Достаточно широко распространены (20–30% случаев) повышенные концентрации в волосах Sn и Pb.

Юго-западное направление. Наиболее часто встречаются недостатки Mn, Zn, Co (60%, 58% и 43% соответственно), а также Mg и Se (40%). Часто встречается избыточное содержание в волосах Cd (25%).

Западное направление. Распространены дефициты Zn, Co (60% и 61%) и Se, Si (39%), Cr, Mn (около 38%). Среди гиперэлементозов наиболее распространен избыток Sn (40%).

Северо-западное направление. Характерны пониженные концентрации в волосах таких элементов,

как Mg, Mn (55–60%), Co (45%) и относительно высокая встречаемость избыточного накопления Sn и Pb (20% и 30%).

В целом можно отметить, что, судя по нашим данным, наиболее неблагоприятными в Московской области по отношению к загрязнению тяжелыми металлами можно считать районы, расположенные на юго-востоке (Sn, Cd, Pb, Cr) и севере (Sn, Pb, Al, Cd) области. Относительно менее подвержены воздействию токсичных элементов дети, проживающие в районах южного и северо-восточного направления (Sn, Pb). В наименьшей степени загрязнены северо-западное и юго-западное направления.

С другой стороны, для всех направлений Московской области среди детей дошкольного возраста типичен риск возникновения дефицитов Mg, Zn и Co. Встречаемость низкой концентрации в волосах этих элементов составила 50–60%. Помимо этого, в райо

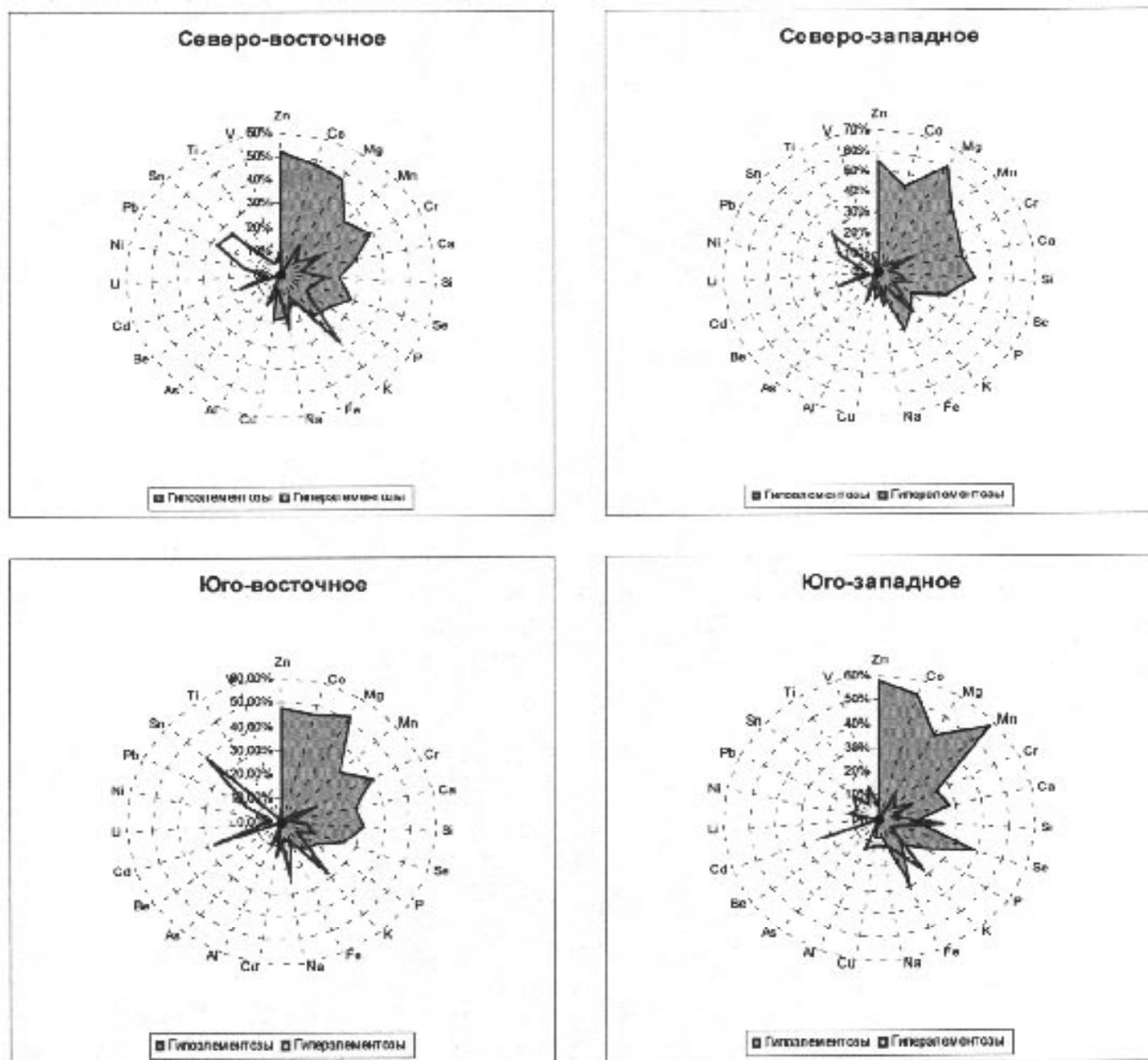


Рис. 3 (продолжение).

нах юго-западного направления обнаружена максимальная частота пониженной концентрации Mn, на юго-восточного — Cr, на северного — Se.

Таким образом, для различных направлений Московской области характерен свой специфический “элементный портрет”, использование которого может оказать существенную помощь в понимании эпидемиологических данных, полученных в различных районах области.

Особенно важно отметить, что существует значительная разница в состоянии общественного и, особенно, детского здоровья между Московской областью и собственно Москвой. По нашему мнению, это может быть вызвано существенной разницей в уровне жизни и экологической ситуации. В течение последнего десятилетия абсолютное большинство экологически опасных промышленных производств было перенесено из пределов Москвы на прилегающие к городу областные территории. В Московской обла-

сти происходит захоронение и утилизация практически всех жидких и твердых отходов из Москвы. Одновременно, уровень доходов среднестатистического жителя Московской области существенно ниже, чем в Москве. Все эти факторы, а также геохимические особенности территории области могут приводить к широкому распространению микронутриентной недостаточности, и, в тоже время, к накоплению токсичных веществ, включая тяжелые металлы, что в конечном итоге приводит к нарушению физиологических механизмов в популяции, особенно у детей дошкольного возраста как одной из наиболее чувствительных возрастных групп населения.

Литература

- Голубкина Н.А., Соколов Я.А., Самарина О. 1996. Селен — хороший индикатор для оценки антиоксидантного статуса человека // Вопросы питания. №. С.14–17.
Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скаль-

- ная М.Г., Громова О.А. 2000. Иммунофармакология микроэлементов. М.: изд-во КМК. 537 с.
- Ревич В.А. 1996. Популяционное здоровье и химическое загрязнение среды обитания в России. Москва: Медицина. 105 с.
- Скальный А.В., Демидов В.А. 2001. Элементный состав волос как отражение сезонных колебаний обеспеченности организма детей макро- и микроэлементами // Микроэлементы в медицине. Т.2. Вып.1. С.36–41.
- Скальный А.В., Кудрин А.В. 2000. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет. Москва: Лир Макет. 421 с.
- Скальный А.В. 2001. Микроэлементозы человка (диагностика и лечение). 2-е изд. М.: изд-во КМК. 96 с.
- Skalny A.V. 1996. Lead levels in children's hair from industrial regions of Russia // Proceedings of the 16th on Mengen- und Spurenelemente (Macro- and Microelements), Dez. 1996, Jena, Germany. P.426–431.
- Skalnaya M.G., Demidov V.A., Skalny A.V. 2001. Seasonal dynamics of hair elemental content in women and children // Abstr. of 1st International FESTEM Congress on Trace Elements and Minerals in Medicine and Biology, May 16–19, 2001, Venice, Italy. P.119.
- Caroli S., Senofonte O., Violante N. 1992. Assessment of reference values for elements in hair of urban normal subjects // Microchem. J. Vol.46. No 2. P.174–183.
-