

ДИСБАЛАНС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье дана оценка дисбаланса микроэлементов у детей и подростков, проживающих в районе недеплавильного предприятия. Объектом исследования были волосы. Показаны возможные варианты замещения одного микроэлемента другим.

Основным источником химического загрязнения окружающей среды являются промышленные предприятия, многие из которых сконцентрированы в городах в непосредственной близости от жилых массивов. В первую очередь это относится к металлургическим предприятиям, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, нефтехимическим и химическим производствам.

Состояние здоровья детского населения отражает многообразие воздействия на человека факторов производственной среды предприятия переработки медно-сульфидных руд и рассматривается как индикатор качества среды обитания. Дети в силу возрастной ранимости адаптационных механизмов и других анатомо-физиологических особенностей наиболее чувствительны к внешним воздействиям. Именно в этом возрасте даже очень слабое воздействие, а тем более воздействие факторов производственной среды медеплавильного предприятия может спровоцировать нарушение баланса микроэлементов в организме.

Химические вещества накапливаются в различных биологических средах. Стабильность химического состава организма является одним из важных и обязательных условий сохранения здоровья. Соответственно отклонение в содержании химических элементов или накопление токсичных могут являться не только критерием экологического неблагополучия, но и служить маркерами на уровне донозологической диагностики отклонений в состоянии здоровья.

Согласно современным представлениям микроэлементный состав волос является хорошим биоиндикатором состояния среды обитания. Это объясняется тем, что содержание химических элементов в волосах детского населения широко варьируются в зависимости от удаленности протяжения от предприятия, харак-

тера и степени выбросов предприятия, географической составляющей территории проживания [1, 2, 3, 4, 5].

При поступлении микроэлементов в организм характер ответных реакций зависит от химического взаимодействия микроэлемента и среды, с одной стороны, и МЭ с защитными физиологическими механизмами – с другой. При совместном поступлении в организм нескольких МЭ без того сложные взаимодействия между МЭ и организмом усложняются тем, что возникает еще и взаимодействие между самими МЭ. Гипотетические высказывания о тесной взаимосвязи между эффектом комбинированного действия МЭ и их конкурирующим взаимодействием в организме требуют всесторонней разработки.

Цель работы – оценка дисбаланса микроэлементов у детей и подростков, проживающих в районе размещения медеплавильного предприятия.

Объект, объем, материалы и методы исследования

Объектом исследования являлись мальчики и девочки, проживающие в районе размещения медеплавильного предприятия, которые были разделены на возрастные группы – мальчики и девочки 6-11 лет, мальчики 12-17 лет, девочки 12-17 лет.

Сбор биоматериалов проводили следующим образом: *волосы* – прядь волос (не менее 3-4 см) выстригали в области затылочного бугра и упаковывали в индивидуальные бумажные пакетики. Родители были предупреждены о необходимости мыть голову ребенка в течение 1-2 раз в неделю до сбора только детским мылом или детским шампунем [6]. С целью изучения дисбаланса микроэлементов в организме мальчиков и девочек, проживающих в районе размещения медеплавильного предприятия (МПП),

проведена оценка накопления микроэлементов (МЭ) (Al, Sn, Be, Hg, Li, Cu, Fe, Zn, V, I, Ca, K, Mg, Mn, Na, P, Se, Si, B, Co, Cr, Cd, Ni, Pb, As) в волосах (n=500) у них атомно-адсорбционным методом в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва) (№ГСЭН.RU.ЦОА.311). Полученные данные сравнивали с содержанием микроэлементов в волосах у мальчиков и девочек, проживающих в сельских районах Оренбургской области, которые составили контрольную группу (n=50).

Анализ загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий в районе размещения медеплавильного производства проведен в соответствии с ГОСТом 17.2.3.01-86 и РД 52.04.186-89 по данным центров Госсанэпиднадзора, ведомственных предприятий. По данным стационарных постов, маршрутных и подфакельных наблюдений за 2000-2003 гг. оценивалось содержание железа, кадмия, хрома, свинца, цинка, меди, марганца, никеля, алюминия (1087 исследований). Определялся коэффициент превышения ПДК (ГН 2.1.6.695-98). Оценка источников загрязнения атмосферы осуществлялась с учетом особенностей выбросов промышленных предприятий (2 ТП-«воздух»).

Результаты и обсуждения

Известно, что в процессе роста ребенка и увеличения физической массы в условиях производства и переработки медно-сульфидных руд в его организме накапливаются многие микроэлементы, которые могут избирательно депонироваться в органах и тканях (органы-мишени).

Учитывая, что содержание МЭ в волосах отражает МЭ-статус в целом, нами определены уровни МЭ в волосах у мальчиков и девочек, проживающих в районе размещения медеплавильного предприятия, с учетом пола, возраста.

Установлено, что микроэлементный портрет детей и подростков резко отличается друг от друга в количественной характеристике дисбаланса концентраций эссенциальных и накопления токсических, канцерогенных МЭ.

При оценке микроэлементного состава волос у мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, по сравнению с показателями контрольной группы установлено увеличение содержания алю-

миния в 4,3 раза, мышьяка в 4,3 раза, железа в 3,6 раза, калия в 2,3 раза, лития в 2 раза, магния в 2 раза, марганца в 1,6 раза, натрия в 3,1 раза, при этом снижено содержание бора в 2,3 раза, кальция в 2,8 раза, йода в 1,8 раза, кремния в 1,7 раза.

Микроэлементный дисбаланс у мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, может быть связан с изоморфным замещением одного МЭ другим. В основе изоморфного замещения лежит конкуренция за протон. Изоморфное замещение определяется: размерами замещающих друг друга частиц; зарядом ионов, радиусом ионов, их поляризацией; энергетической изоморфного замещения. В организме возможно изовалентное замещение, когда участвуют ионы с одинаковыми зарядами и близкими радиусами ионов (Ca^{2+} Sr^{2+} Ba^{2+} Pb^{2+}), и гетеровалентное замещение, которое характеризуется замещением разновалентных ионов с близкими или одинаковыми радиусами ионов (например, Li^+ на Mg^{2+} , Na^+ на Ca^{2+}).

Увеличение содержания алюминия в организме мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, связано с тем, что алюминий, выигрывая конкуренцию за протон, способен замещать бор в организме, при этом содержание бора в организме мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, снижено. Алюминий вследствие химического сродства с магнием и натрием, выигрывая конкуренцию за протон способен замещать магний и натрий в организме, тем самым снижая их содержание. Железо, выигрывая конкуренцию за протон, способно замещать кальций. Увеличение содержания железа в организме мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, связано с уменьшением содержания кальция у них. Железо, обладая химическим сродством с марганцем, выигрывая у него конкуренцию за протон, способно замещать его. При этом увеличение содержания железа в организме мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, связано с уменьшением содержания марганца в организме. Натрий, обладая химическим сродством с литием, способен замещать его в организме. Увеличение содержания натрия уменьшает содержание лития в орга-

низме. Марганец, выигрывая конкуренцию за протон, способен замещать кальций.

Снижение содержания кремния в организме мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, может быть связано с содержанием железа. Железо, выигрывая конкуренцию за протон, способно замещать кремний в организме, тем самым снижая его содержание.

Снижение содержания йода в организме мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП, может быть связано с его недостатком в пище и воде, так как Оренбургская область является йоддефицитной.

При оценке микроэлементного состава волос у мальчиков в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, по сравнению с показателями контрольной группы установлено увеличение содержания железа в 5,2 раза, калия в 5,8 раза, натрия в 5,1 раза, при этом установлено уменьшение содержания кальция в 11,3 раза, кобальта в 6 раз, меди в 1,5 раза, ртути в 2 раза, йода в 2,5 раза, лития в 2 раза, марганца в 2 раза, кремния в 4,5 раза, олова в 2,6 раза, ванадия в 3,5 раза.

Железо, обладая химическим сродством с марганцем, выигрывает у него конкуренцию за протон, способно замещать его в организме мальчиков в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, следовательно, содержание марганца снижается, а содержание железа в организме может увеличиваться. Железо, обладая большим радиусом, энергией ионизации, координационным числом, способно выигрывать конкуренцию за протон в организме мальчиков в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, при этом содержание кальция снижается, а содержание железа может увеличиваться.

Анализ микроэлементного состава волос у девочек в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП по сравнению с показателями контрольной группы установил увеличение содержания мышьяка в 5,7 раза, бериллия в 4,3 раза, калия в 6,1 раза, натрия в 4,6 раза, фосфора в 1,5 раза, при этом установлено снижение содержания алюминия в 2,3 раза, бора в 1,9 раза, кальция в 8,5 раза, кадмия в 5 раз, кобальта в 3 раза, железа в 1,9 раза, йода в 2,7 раза, лития в 2 раза, марганца в 5,5 раза,

кремния в 1,9 раза, олова в 3,3 раза, ванадия в 3,5 раза.

Натрий и калий, обладая химическим сродством с литием, выигрывая конкуренцию за протон, способны замещать литий в организме девочек в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, при этом содержание лития снижается, а содержание натрия и калия может увеличиваться. Бериллий, обладая химическим сродством с литием, выигрывая у него конкуренцию за протон, способен замещать литий в организме, тем самым снижая его содержание. Мышьяк, выигрывая конкуренцию за протон, способен замещать в организме ванадий, снижая его содержание.

Снижение содержания йода в организме девочек в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, может быть связано с его недостатком в пище и воде, так как Оренбургская область является йоддефицитной (таблица 1).

При исследовании среднесуточных концентраций металлов в воздухе селитебной территории г. Медногорска установлено превышение содержания свинца в 2000 году в 2,2 раза; в 2001 году – в 2,1 раза; 2002 году – в 2 раза относительно ПДК, по остальным металлам превышение ПДК не установлено (таблица 2).

Используя методы доказательной медицины, провели корреляционный анализ между содержанием Fe, Zn, Cu, Al, Mn, Cr, Ni, Pb, Cd в волосах у мальчиков и девочек разных возрастов, проживающих в районе размещения МПП, и их содержанием в атмосферном воздухе на территории размещения МПП, который выявил прямую корреляционную зависимость накопления: Fe – у мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,7$), у мальчиков в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,7$), Cr – у девочек в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,6$), Pb – у мальчиков в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,6$), Zn – у мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,7$), у девочек в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,7$), Cu – у мальчиков и девочек, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,6$), у девочек, проживающих в районе размещения МПП ($r=0,6$).

Таблица 1. Оценка микроэлементного состава волос у мальчиков и девочек, проживающих в районе размещения медеплавильного предприятия (мкг/г)

МЭ	Мальчики и девочки 6-11 лет	Мальчики 12-17 лет	Девочки 12-17 лет	Контрольная группа
Al	49,0±0,7	13,6±0,4	4,98±0,2	11,3±0,5
As	0,3±0,05	0,68±0,08	0,4±0,06	0,07±0,02
B	0,8±0,09	1,47±0,1	0,96±0,1	1,8±0,2
Be	0,004±0,001	0,003±0,001	0,01±0,002	0,003±0,001
Ca	1259±3,5	311,6±1,8	415,5±2,0	3521,7±8,4
Cd	0,2±0,04	0,2±0,04	0,06±0,02	0,3±0,1
Co	0,04±0,02	0,01±0,003	0,02±0,003	0,06±0,02
Cr	0,3±0,05	0,3±0,05	0,4±0,06	0,3±0,1
Cu	14±0,4	8,2±0,3	15,0±0,4	12,5±2,1
Fe	87,7±0,9	127,5±1,1	12,8±0,4	24,6±0,7
Hg	0,3±0,1	0,1±0,03	0,3 ±0,1	0,25±0,07
I	0,9±0,09	0,6±0,08	0,6±0,08	1,59±0,2
K	128±1,1	320,8±1,8	342,3±1,9	55,7±1,0
Li	0,04±0,01	0,01±0,005	0,01±0,005	0,02±0,01
Mg	192±1,4	38±0,6	79,5±0,9	96,5±1,4
Mn	3,6±0,2	1,1±0,1	0,4±0,06	2,2±0,2
Na	300,8±1,7	488,7±2,2	436,0±2,1	95,5±1,5
Ni	0,3±0,1	0,2±0,1*	0,1±0,05	0,4±0,1
P	160,4±1,3	162,1±1,3	178,1±1,4	115,6±1,5
Pb	1,1±0,1	1,7±0,1	1,1±0,1	1,9±0,2
Se	0,2±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,16±0,09
Si	28,5±0,5	11±0,3	26±0,2	49,7±1,0
Sn	0,2±0,1	0,1±0,05	0,08±0,02	0,26±0,1
V	0,2±0,1	0,04±0,02	0,04±0,02	0,14±0,08
Zn	203,2±1,4	156±1,2	216,3±1,5	170±1,8

Таблица 2. Среднесуточные концентрации металлов в атмосферном воздухе на территории размещения медеплавильного предприятия (мг/м³)

Элементы / Годы	2000	2001	2002	2003
Железо	0,006±0,002	0,003±0,001	0,005±0,002	0,003±0,001
Кадмий	0,00003±0,00001	0,00001±0,000007	0,00001±0,000007	0,00002±0,00001
Хром	0,00002±0,00001	0,00001±0,000007	0,00001±0,000007	-
Свинец	0,00066±0,0002	0,00062±0,0002	0,00047±0,0002	0,00061±0,0002
Цинк	0,0004±0,0001	0	0,0009±0,0003	0,001±0,0007
Медь	0,0004±0,0001	0,0007±0,0003	0,0009±0,0003	0,001±0,0007
Марганец	0,00009±0,00003	0,00007±0,00003	0,00008±0,00003	0,00002±0,00001
Никель	0,00002±0,00001	0,00002±0,00001	0,00002±0,00001	0,00001±0,000007
Алюминий	0,002±0,001	0,002±0,001	0,002±0,001	0,005±0,002

Вывод

В результате исследования микроэлементного состава волос установлено увеличение содержания алюминия в 4,3 раза, мышьяка в 4,3 раза, железа в 3,6 раза, калия в 2,3 раза, лития в 2 раза, магния в 2 раза, марганца в 1,6 раза, натрия в 3,1 раза, при этом снижено содержание бора в 2,3 раза, кальция в 2,8 раза, йода в 1,8 раза, кремния в 1,7 раза у мальчиков и девочек в возрасте 6-11 лет, проживающих в районе размещения МПП.

При оценке МЭ состава волос у мальчиков в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, установлено увеличение содержания железа в 5,2 раза, калия в 5,8 раза, натрия в 5,1 раза, при этом установлено уменьшение содержания кальция в 11,3 раза, кобальта в 6 раз, меди в 1,5 раза, ртути в 2 раза, йода в 2,5 раза,

лития в 2 раза, марганца в 2 раза, кремния в 4,5 раза, олова в 2,6 раза, ванадия в 3,5 раза.

Анализ микроэлементного состава волос у девочек в возрасте 12-17 лет, проживающих в районе размещения МПП, выявил увеличение содержания мышьяка 5,7 раза, бериллия в 4,3 раза, калия в 6,1 раза, натрия в 4,6 раза, фосфора в 1,5 раза, при этом установлено снижение содержания алюминия в 2,3 раза, бора в 1,9 раза, кальция в 8,5 раза, кадмия в 5 раз, кобальта в 3 раза, железа в 1,9 раза, йода в 2,7 раза, лития в 2 раза, марганца в 5,5 раза, кремния в 1,9 раза, олова в 3,3 раза, ванадия в 3,5 раза.

Дисбаланс микроэлементов у мальчиков и девочек разных возрастов, проживающих в районе размещения МПП, связан с их содержанием в атмосферном воздухе на территории размещения МПП, а также с изоморфным замещением одного МЭ другим.

Список использованной литературы:

1. М.А. Казимов, А.В. Рощин, К изучению закономерностей комбинированного действия металлов // Гигиена труда и профессиональные заболевания, №3, 1986. – С. 11-16.
2. Т.К. Черняева, Н.А. Матвеева, Ю.Г. Кузмичев, М.П. Грачев. Содержание тяжелых металлов в волосах детей в промышленном городе // Гигиена и санитария, №3, 1997 – С. 26-28.
3. Б.А. Ревич. Гигиеническая оценка содержания некоторых химических элементов в биосубстратах человека // Гигиена и санитария, №7, 1986. – С. 59-62.
4. Б.А. Ревич. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды // Гигиена и санитария №5, 1990 – С. 55-58.
5. Б.А. Ревич. Свинец в биосубстратах жителей промышленных городов // Гигиена и санитария, №4, 1990. – С. 28-33.
6. И.Я. Конь, М.В. Копытько, Ю.П. Алешко-Ожевский, Л.В. Шевлякова, Н.Н. Махова, М.В. Шагова, А.К. Батулин. Изучение обеспеченности цинком, медью и селеном московских детей дошкольного возраста // Гигиена и санитария, №1, 2001 г., стр. 51.