**Микроэлементы в окружающей среде и в волосах детей**

А.В. Гудков, В.Н. Багрянцев, В.Г. Кузнецов, А.И. Бураго

Микроэлементы играют важную роль в функционировании всех живых организмов. Избыток или недостаток в организме отдельных химических элементов или их соединений нередко приводит к возникновению патологических состояний. Особой патогенностью при этом отличаются тяжелые металлы (ТМ) - загрязнители среды обитания [1,2].

Биомониторинг химических загрязнителей окружающей среды находит все большее применение в различных странах. По содержанию какого-либо тяжелого металла в биосредах человека или животного (в крови, моче, волосах, костях, зубах, женском молоке и т.д.) можно определить нагрузку на организм в целом. Она, в свою очередь, складывается в результате поступления химического элемента из различных сред: питьевой воды, пищи, атмосферного воздуха. Тяжелые металлы проникают в организм с аэрозолями через органы и кожу, а также с пищей через желудочно-кишечный тракт. Содержание металлов в различных органах и тканях может коррелировать с их уровнем в объектах окружающей среды и с различными заболеваниями человека.

Неорганические вещества на молекулярном уровне могут ингибировать ферменты, необратимо изменять макромолекулы белков и нуклеиновых кислот и как следствие изменять скорость процессов метаболизма и синтеза, а также вызывать мутации. На клеточном уровне может возникать дефицит жизненно важных метаболитов, нарушаться структура и проницаемость клеточных мембран. Все это вызывает дисфункцию органов, а в ряде случаев ведет к появлению новообразований. Отравления неорганическими веществами проявляются в виде изменения физиологических параметров: замедления роста, ослабления репродуктивной функции, различных заболеваний, преждевременной смерти. Токсические проявления в первую очередь зависят от количества химического агента. Острые отравления вызываются относительно большими дозами неорганического яда. Хронические отравления происходят при продолжительном, возможно кумулятивном, воздействии химических веществ. Нарастание симптомов происходит постепенно . Химические элементы поступают в организм с аэрозолями через дыхательные пути и кожу, а также с пищей через желудочно-кишечный тракт. Контакт химических соединений с эпителием и кожей приводит к всасыванию их в кровь и лимфу. Всасывание сопровождается распределением химических элементов по органам и тканям.

Содержания химических элементов, в частности металлов, в различных органах и тканях могут коррелировать с их уровнем в объектах окружающей среды и различными заболеваниями человека [1-4].

Один из легкодоступных для исследования биосубстратов - волосы головы человека. Изучение их микроэлементного состава в последнее время широко применяется в экологических, гигиенических и клинических исследованиях. В табл. 1 приведены данные по содержанию распространенных в техногенных геохимических аномалиях микроэлементов: свинца, кадмия, меди, цинка, марганца и никеля в образцах волос детей.

Таблица 1. Содержание некоторых химических элементов в волосах детей (в мкг/г), проживающих различных регионов СНГ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Регион | свинец | кадмий | медь | цинк | марганец | никель | Число проб |
| Нечерноземье | 3,58 | 0,19 | 11,0 | 132,8 | 0,27 | - | 136 |
| Центральное Черноземье | 7,24 | 0,38 | 10,1 | 131,5 | - | - | 37 |
| Закавказкий (горно-долинный) | 4,0 | 0,15 | 10,1 | 121,4 | 0,53 | - | 17 |
| Закавказкий (горный) | 4,8 | 0,35 | 10,5 | 155,7 | - | - | 25 |
| Крым | 4,8 | 0,3 | 14,1 | 147 | - | - | 27 |
| Среднее по регионам | 4,4 | 0,24 | 11,1 | 135 | - | - | 236 |
| Владивосток | 8,8 | 0,44 | 9,2 | 164,7 | 2,12 | 1,24 | 34 |

Примечание : прочерк - нет данных

Во Владивостоке биоэкологический мониторинг за состоянием окружающей среды посредством изучения накопления микроэлементов и в первую очередь тяжелых металлов в волосах детей впервые был проведен в середине 80-х годов независимо друг от друга сотрудником Приморгеолкома А.В. Гудковым и сотрудниками ДВО РАН Н.Е. Шаховой и А.Б. Косолаповым под руководством Н.С. Мотавкиной. В основном были получены однотипные результаты. Их обобщение позволило получить достаточно полные материалы по содержанию в волосах детей свинца, кадмия, никеля, марганца, меди, цинка. Кроме того, была предпринята попытка выявления количественных зависимостей между показателями заболеваемости детей и содержанием перечисленных металлов в их волосах и снежном покрове. Из шести изученных химических элементов наибольшей токсичностью обладают свинец и кадмий. Медь, цинк, марганец и никель необходимы для организма человека, однако их избыток или недостаток может привести к различным заболеваниям.

Для определения содержания в волосах головы химических элементов использовали методы нейтронно-активационного анализа и атомно-абсорбционной спектрометрии. Погрешность измерений для различных элементов достигает 10-52%. Пробы волос у детей отбирали в детских парикмахерских во время стрижки в индивидуальный пакет и анализировались на приборе "Сатурн" методом пламенной спектрофотометрии. Всего проанализировано 1017 проб. Качество воздушной среды изучалось путем отбора 130 проб снега и их спектрального полуколичественного анализа на приборе ДФС-13. Ретроспективная заболеваемость изучалась в детских поликлиниках Владивостока методом механического отбора (10%-ная выборка). Соответствующие данные выкопировывались из "Истории развития ребенка" по трем возрастным группам: от 0 до 2 лет 11 мес 29 дн (до 3 лет), от 3 лет до 6 лет 11 мес 29 дн (до 7 лет), от 7 до 14 лет. Дети, прожившие на обследуемой территории менее 3 лет, из выборки исключались. Полученный материал группировался на основе "Международной классификации болезней 9 пересмотра". Все объекты исследования объединялись как по территориям обслуживания детских поликлиник, так и по границам пяти основных водоразделов (1. Южная оконечность полуострова Муравьев-Амурский; 2. Долина бух. Золотой Рог и р. Объяснения; 3. Долина р. Первая Речка; 4. Долина р. Вторая Речка; 5. Санаторно- курортная зона Владивостока).

Среднее содержание металлов в волосах детей Владивостока представлено в табл. 2. Содержание свинца и кадмия в волосах мальчиков достоверно выше, а марганца ниже, чем у девочек. Различий в содержании никеля, меди и цинка в волосах мальчиков и девочек не выявлено. С увеличением возраста содержание марганца, цинка, свинца, кадмия и никеля в волосах детей возрастает. Содержание марганца и цинка с увеличением возраста детей достоверно возрастает. Содержание меди к возрасту 3-7 лет достоверно снижается, а в возрасте от 7 до 14 лет - достоверно увеличивается. Содержание свинца, кадмия и никеля в волосах возрастает в возрасте от 7 до 14 лет (табл. 2). В волосах блондинов содержание кадмия и никеля достоверно выше, чем у русых, шатенов, брюнетов и рыжих; содержание свинца выше, чем у шатенов, брюнетов и рыжих; марганца - выше, чем у брюнетов, рыжих и русых. Различия в содержании цинка статистически не достоверны. Волосы русых детей содержат больше свинца, чем волосы шатенов, брюнетов, рыжих; кадмия - больше, чем у шатенов и брюнетов; никеля - больше, чем у шатенов и рыжих; меди - больше, чем у брюнетов и рыжих. Различия в содержании меди и цинка статистически не достоверны.

Таблица 2. Содержание микроэлементов ( мкг/г) в волосах детей.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр выборки | Число проб | свинец | кадмий | никель | марганец | медь | цинк |
| Вся выборка | 1221 | 10,3 | 0,45 | 1,17 | 2,34 | 9,3 | 120,5 |
| Мальчики | 955 | 11,0 | 0,47 | 1,17 | 2,09 | 9,3 | 122,4 |
| Девочки | 266 | 8,6 | 0,39 | 1,2 | 3,65 | 9,4 | 112,8 |
| Возраст от 0 до 3 лет | 26 | 9,6 | 0,48 | 1,2 | 1,36 | 9,8 | 55,1 |
| Возраст от 3 до 7 лет | 432 | 9,1 | 0,42 | 1,09 | 1,98 | 8,8 | 108,3 |
| Возраст от 7 до 14 лет | 924 | 11,0 | 0,47 | 1,23 | 2,42 | 9,4 | 128,5 |

В волосах шатенов содержания меди достоверно выше, чем у брюнетов и рыжих; кадмия выше, чем у брюнетов, а свинца выше, чем у рыжих. Волосы брюнетов содержат больше меди, чем волосы рыжеволосых.

Таким образом, можно предположить, что содержание микроэлементов в волосах связано с цветом волос и, возможно, зависит от химизма их пигментов. Установлены тесные положительные корреляционные связи между никелем, цинком, медью и марганцем, с одной стороны, и свинцом и кадмием - с другой. Свинец и кадмий имеют отрицательные корреляционные связи с никелем, медью, цинком и марганцем. Таким образом, микроэлементы, содержащиеся в волосах, по своим корреляционным связям четко дифференцированы на две группы: жизненно необходимые и примесные. С определенной долей вероятности можно утверждать, что между этими двумя труппами металлов, возможно, имеются антагонистические взаимоотношения.

Для оценки воздействия тяжелых металлов на детский организм за допустимые уровни были приняты следующие содержания металлов в волосах: свинца - 8,0 мкг/г, кадмия -1,0 мкг/г, меди -11,1 мкг/г, цинка -135,8 мкг/г , никеля - 1,17 мкг/г, марганца - 2,34 мкг/г (модельные значения выборок, собственные данные).

Распределение металлов в волосах в пределах физиологической нормы в целом по Владивостоку отмечено у 56% детей. В диапазоне трех среднеквадратических отклонений (+-3s) находится 35% человек, свыше Зs - 8% человек. Таким образом, у 43% обследованных детей содержание тяжелых металлов в волосах превышает нормативный уровень в 2 раза и более. В целом по Владивостоку доля детей, в волосах у которых содержание металлов находится в пределах физиологической нормы, составляет: по кадмию -88%, меди - 72%, никелю - 53%, марганцу - 51%, свинцу - 35%, цинку - 34%. Различия в микроэлементном составе волос детей зависят от места их проживания. Наибольшие концентрации свинца определялись у детей, проживающих в центральной части города - в бассейне бух. Золотой Рог и на южной оконечности п-ова Муравьев-Амурский (табл. 3). Самые низкие концентрации свинца зарегистрированы в волосах детей, проживающих в пригороде. Такая же тенденция прослеживалась и при распределении других химических элементов.

Кадмий выявляется в наибольших концентрациях у детей, живущих в районах поликлиники № 5, расположенной на ул Окатовая (0,81 мкг/г), № 6 - на ул. Полярная (0,73 мкг/г), № 9 - на ул. Вострецова (0,61 мкг/г), № 4 - на ул. Луговая, № 7 - на пр. Красного Знамени, № 13 - на ул. Сельская (по 0,6 мкг/г).

Таблица 3. Содержание микроэлементов в волосах детей, проживающих в различных районах Владивостока ( в границах водоразделов)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Территория | Число наблюдений | свинец | кадмий | никель | марганец | медь | цинк |
| Юг полуострова Муравьев-Амурский | 65 | 16,7 | 0,82 | 1,72 | 5,64 | 10,4 | 241,0 |
| Бассейн бух. Золотой Рог | 439 | 134,9 | 0,55 | 1,55 | 3,12 | 10,6 | 175,3 |
| Бассейн р. Первая Речка | 248 | 13,8 | 0,59 | 1,43 | 3,27 | 9,7 | 168,3 |
| Бассейн р. Вторая Речка | 146 | 11,6 | 0,59 | 1,46 | 4,13 | 9,3 | 172,9 |
| Пригородная зона | 34 | 8,8 | 0,44 | 1,24 | 2,12 | 9,2 | 164 |

Концентрации никеля максимальны в волосах детей, живущих в зоне обслуживания поликлиник № 11 - на ул. Сахалинская (1,77 мкг/г), №6(1,76 мкг/г), № 13 (1,63 мкг/г). Марганец с наибольшей частотой выявляется на южной оконечности п-ова Муравьев-Амурский, в бассейнах бух. Золотой Рог, рек Объяснения и Вторая Речка. Здесь расположены поликлиники № 3,4,5 (5,9 мкг/г), № 9 (4,8 мкг/г), №11 (6,66 мкг/г). Наиболее высокие концентрации меди регистрируются у детей, проживающих на территории от Покровского парка до ТЭЦ-1 (поликлиника № 1) -(11,3 мкг/г), на улицах Светланская, Уборевича, Суханова и Пушкинская - от телецентра до "Дальзавода" (поликлиника № 2) - (11,0 мкг/г), в районе ул. Полярная в Первомайском районе (поликлиника 3 6) - (10,8 мкг/г), ул. Сахалинская и Калинина (поликлиники № 10, 11) - (по 10,1 мкг/г). Максимальные концентрации цинка отмечены у детей, живущих в районах расположения поликлиник № 5 (217,2 мкг/г), № 11 (222,5 мкг/г), № 1 (194,0 мкг/г). Доля детей, в волосах которых биоконцентрация микроэлементов находилась в пределах физиологической нормы, колеблется от 97% по кадмию (санаторно-курортная зона) до 17% по цинку (южная оконечность полуострова). Для количественной оценки ассоциации изучаемых элементов рассчитаны коэффициенты концентрации (Кс) и суммарные показатели концентрации (СПК) по отношению к пригородному фону (санаторно-курортная зона г. Владивостока (табл. 4). Основываясь на значениях СПК, можно выстроить убывающие ранжированные ряды и определить территории, на которых накопление металлов в волосах детей происходит более интенсивно. По микрорайонам обслуживания детскими поликлиниками ранжированный ряд выглядит следующим образом: № 5 (5,08) - № 11 (4,34) - № 6 (3,99) - № 7 (3,99) -№ 9 (3,36) - № 2 (2,71) - 3 13 (2,69) - № 10 (2,57) - № 1 (2,32) - № 4 (2,22) - № 3 (2,13) - № 8 (1,6) - № 12 (1,0). Таким образом, максимальные уровни СПК зарегистрированы на территории микрорайона поликлиники № 5, расположенной на южной оконечности полуострова в Первомайском районе. Суммарный показатель концентрации металлов в волосах детей на всей территории Владивостока превышает фоновый уровень в 1,6 - 4,37 раза. Показатели коэффициентов концентрации (Кс) позволяют выявить микроэлементы, наиболее характерные для детей, проживающих на конкретных территориях. Так, свинец преимущественно накапливается у детей, живущих в бассейне р. Первая Речка, в микрорайонах, обслуживаемых поликлиниками № 1, 2 (16,2 мкг/г), № 5 (15,9 мкг/г), № 6, 7 (по 16,5 мкг/г), медь - у детей, живущих в бассейне бух. Золотой Рог и р. Объяснения. На южной оконечности п-ова Муравьев-Амурский также максимальны концентрации кадмия, никеля, марганца и цинка. Минимальные средние значения этих металлов зарегистрированы в санаторно-курортной зоне (микрорайон обслуживания поликлиники № 12).

Таблица 4. Частные и суммарные коэффициенты концентрации тяжелых металлов в волосах детей в границах водоразделов города

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Территория | Свинец | Кадмий | Никель | Марганец | Медь | Цинк | Суммарный показатель концентрации |
| Южная оконечность полуострова Муравьев -Амурский | 1,89 | 1,86 | 1,38 | 2,66 | 1,13 | 1,45 | 5,37 |
| Бассейн бух. Золотой Рог | 1,57 | 1,25 | 1,25 | 2,53 | 1,15 | 1,06 | 3,81 |
| Бассейн р. Первая Речка | 1,56 | 1,34 | 1,15 | 1,54 | 1,05 | 1,02 | 2,66 |
| Бассейн р. Вторая Речка | 1,31 | 1,34 | 1,17 | 1,94 | 1,0 | 1,04 | 2,8 |
| Санаторно-курортная зона | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

**Список литературы**

1. Бондарев Л.Г. Микроэлементы - благо и зло// Знание. М. 1984.142 с.

2. Буштуева К.А., Случанко И.С. Методы и критерии оценок состояния здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды//М. Медицина. 1979.167 с.

3. Гудков А.В., Багрянцев В.Н., Исачкова Л.М. Взаимосвязь общей детской инфекционной заболеваемости с содержанием тяжелых металлов в волосах детей //Инфекционная патология в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 1994. С. 94-95.

4. Гудков А.В., Багрянцев В.Н., Кузнецов В.Г. Общая детская заболеваемость и тяжелые металлы в окружающей среде г. Владивостока //Инфекционная патология в Приморском крае. Владивосток: Дальнаука, 1994. С. 96-97.