

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС КАК ОТРАЖЕНИЕ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ

HAIR ELEMENTAL CONTENT AS REFLECTION OF SEASONAL CHANGES IN PROVISION OF CHILD'S ORGANISM WITH MAJOR AND TRACE ELEMENTS

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

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

Center of the Biotic Medicine, Post Box 56, Moscow 125047 Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: макроэлементы, микроэлементы, сезонная динамика, дети, волосы.

KEY WORDS: major and trace elements, seasonal dynamics, children, hair.

РЕЗЮМЕ: Изучена помесечная динамика элементного состава волос детей 3–6 лет с помощью многоэлементного анализа (ИСП-АЭС). Установлено наличие существенных колебаний обмена большинства макро- и микроэлементов в организме детей в течение года, что отражается на их концентрациях в волосах. Колебания содержания абсолютного большинства химических элементов в волосах в течение года составляют более 20% (Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Li, Co, Al, Ni, Sn, Pb, As). Показано, что элементный состав волос адекватно отражает особенности сезонного поступления в организм многих жизненно важных макро- и микроэлементов (Ca, Mg, Fe, Mn, Si, Se, Zn, Cu), а также уровень токсичных химических элементов (Pb, Sn, Cd) в окружающей среде.

SUMMARY: Monthly dynamics of 3–6 years old children's hair elements content by multielement analysis (ICP-AES) has been investigated. The presence of significant fluctuations of balance of the majority of major and trace elements in the childrens organism within one year was established (it was reflected in hair elements concentration). The fluctuations of the contents of the majority of investigated chemical elements in a children hair within one year were found in more than 20 % range (Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Li, Co, Al, Ni, Sn, Pb, As). It was shown, that the hair elements content adequately reflects the specific features of seasonal receipt in body many vital macro- and trace elements (Ca, Mg, Fe, Mn, Si, Se, Zn, Cu) and also the toxic chemical elements (Pb, Sn, Cd) levels in an environment.

В настоящее время все большую актуальность получают проблемы, связанные с изучением сезон-

ных изменений в состоянии здоровья населения. Известно, что у практически здоровых людей уровень здоровья и работоспособности зависят не только от сезона года, но и от месяца индивидуального года (Агаджанян и др., 1998).

Проблема сезонных ритмов жизнедеятельности различных организмов, в том числе человека, давно привлекает внимание ученых и врачей, по ней собран значительный фактологический материал, касающийся различных сторон проблемы (Голиков, Голиков, 1987; Комаров, Рапопорт, 2000, и др.). В настоящее время интенсивно изучаются такие вопросы, как сезонные колебания физиологических функций организма, сезонные ритмы патологических реакций, заболеваемость в разные сезоны года, механизмы регуляции сезонных биоритмов, а также влияние сезонных биоритмов на действие лекарственных средств. Окологодовые ритмы четко выражены у животных и человека. Они проявляются изменениями уровня и амплитуды колебаний самых разнообразных физиологических и патологических процессов (Halberg et al., 1983). В частности, описаны сезонные колебания АД, чувствительность организма к различным лекарственным и токсическим веществам в зависимости от времени года (Haus, 1994).

Несмотря на то, что есть все основания говорить о участии в сезонной перестройке организма всех органов и систем, по существу вопрос о сезонной перестройке организма до последнего времени остается открытым.

Суточные ритмы некоторых микроэлементов (Zn, Fe) изучались В. Momcilovic (1988). В многочисленной научной литературе, посвященной вопросам

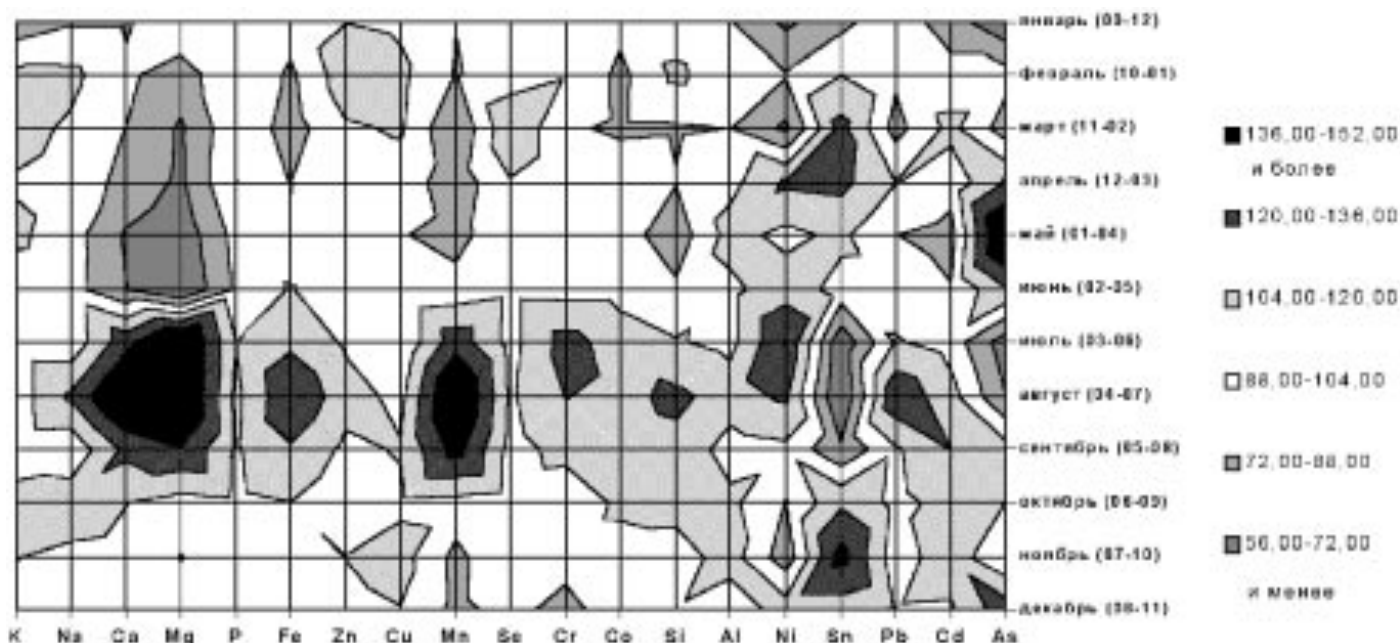


РИС. 1. ДИНАМИКА СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ДЕТЕЙ 3–6 ЛЕТ (в % от среднего значения за год).

хронобиологии и хрономедицины, нам не удалось обнаружить сколько-нибудь серьезных исследований связи элементного статуса человека с сезонными, годовыми ритмами. Это обусловлено методологическими и методическими причинами, затрудняющими получение и интерпретацию данных, а также, в основном, недостаточным вниманием специалистов по хронобиологии к вопросу о роли макро- и микроэлементов в процессах ритмической изменчивости человека.

В настоящем исследовании предпринята попытка изучить помесечную динамику элементного статуса детей с помощью многоэлементного анализа волос. Исследования волос для оценки состояния обмена микроэлементов в организме и токсичного воздействия отдельных тяжелых металлов в последнее время привлекают все больший интерес (Скальный, 1997–2000).

Имеющиеся данные определенно показывают, что содержание химических элементов в волосах отражает элементный статус организма в целом и данные анализа волос являются интегральным показателем минерального обмена, пригодным для массовой неинвазивной гигиенической диагностики и оценки хронических процессов в организме (Скальный, Кудрин, 2000).

Материалы и методы

Все образцы волос подвергались пробоподготовке согласно требованиям МАГАТЭ и “Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами”, утверждены МЗ СССР (1988

г.), методическими рекомендациями № 41 “Выявление и коррекция нарушений обмена макро- и микроэлементов”, утверждены КЗ г. Москвы 12.09.2000.

Образцы волос получали путем состригания с 3–5 мест на затылочной части головы, ближе к шее.

Аналитические исследования выполнены в основном методами атомной эмиссионной и масс-спектрометрии с индукционно связанной аргоновой плазмой (АЭС-ИСП, МС-ИСП), а в ряде случаев — методом атомно-абсорбционного анализа (ААС).

В общей сложности было обследовано свыше 1800 детей в возрасте от 3 до 6 лет, проживающих в основном в г. Москве и Московской области, а также в гг. Новосибирске и Санкт-Петербурге.

Результаты и их обсуждение

В результате выполненных исследований установлено, что в течение года в организме человека наблюдаются существенные колебания обмена большинства макро- и микроэлементов, что отражается на их концентрациях в волосах человека. Имея в виду, что данные анализа волос отражают среднее значение за период 3–5 месяцев (в среднем 4 месяца), предшествовавших дате их забора, можно заключить (см. рис. 1), что для детей 3–6 лет колебания содержания абсолютного большинства химических элементов в волосах в течение года составляют более 20% (Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Li, Co, Al, Ni, Sn, Pb, As).

Ниже рассмотрены особенности обмена макро- и микроэлементов в зависимости от времени года (помесечная динамика).

Калий. Значения содержания этого элемента в

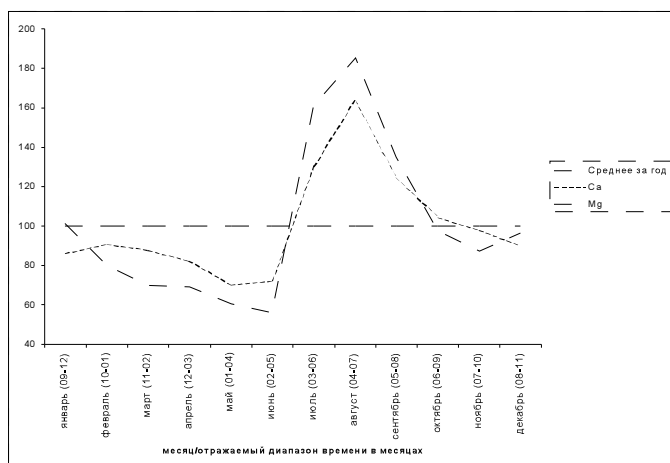


РИС. 2. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА Ca И Mg У ДЕТЕЙ 3–6 ЛЕТ (в % к среднегодовому значению).

Калий. Значения содержания этого элемента в волосах детей в различные месяцы года существенно не отличаются (рис. 1). В целом можно отметить, что минимальное содержание калия в волосах дошкольников — с июня по сентябрь (лето-начало осени) и в декабре–январе, а максимальное — в октябре–ноябре и феврале–марте.

Натрий. В целом динамика содержания натрия в волосах детей сходна с таковой калия, но период минимальной концентрации натрия в волосах смещен по сравнению с калием более ранние сроки (март–июль и ноябрь–январь). В тоже время имеется пик содержания натрия в волосах, приходящийся на август месяц.

Кальций. Разброс значений по содержанию кальция в волосах детей в течение года очень большой. Как показано на рис. 2, с начала лета концентрация кальция в волосах детей увеличивается почти в два раза по сравнению с зимой и весной, что, вероятно, обусловлено его тесной связью с деятельностью щитовидной железы, а также увеличением усвоения витамина Д в летний период. Этими же причинами вызван, вероятно резкий спад концентрации этого элемента в волосах с начала осени.

Магний. Сопряженность метаболизма кальция и магния и, соответственно, показателей их содержания в волосах достаточно известны (Akerberg, 1987; Скальный, Кудрин, 2000). Этот факт нашел дополнительное подтверждение в настоящем исследовании, в котором изменения показателей кальция и магния тождественны. У детей отклонения показателей уровня магния в волосах (в процентах) в зимне-весенний период значительно ниже средних за год, в тоже время они в 2–3 раза ниже средних в летнее время (рис. 2). Закономерно предположить, что низкое содержание кальция и магния в волосах, отражающее обеспеченность этими элементами в зимне-весенний период, является следствием акклиматизационного дефицита

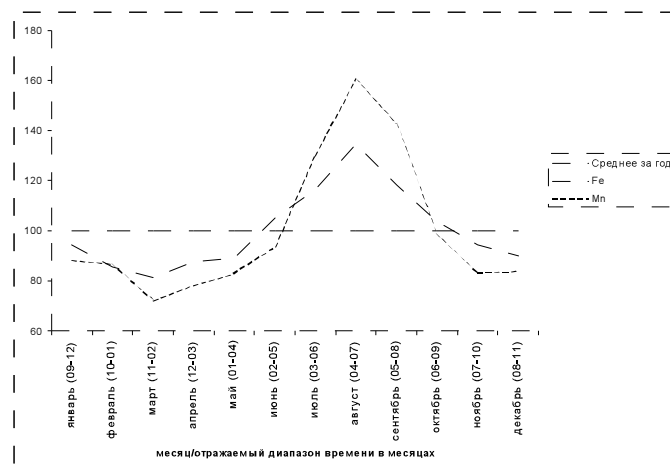


РИС. 3. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА Fe И Mn У ДЕТЕЙ 3–6 ЛЕТ (в % к среднегодовому значению).

этих элементов в организме детей.

Фосфор. В течение года концентрация этого макроэлемента в волосах, несмотря на значительные сдвиги показателей кальция и магния, остается практически неизменной (амплитуда колебаний не превышает 10%) (рис. 1).

Железо, марганец. Характер изменений содержания железа и марганца в волосах (см. рис. 3) всех обследованных совпадает с таковым у кальция и магния с максимумом, соответствующим летним месяцам и началу осени (июнь–сентябрь) и минимумом зимой. То есть, с появлением в рационе питания населения свежих овощей и фруктов отмечается увеличение содержания марганца и, в меньшей степени, железа в волосах (как отражение повышения обеспеченности этими микроэлементами). Известно, что зелень, овощи и фрукты являются основными алиментарными источниками марганца.

Полученные данные можно рассматривать как показатель сопряженности обменных процессов, связанных с Ca, Mg, Fe, Mn и, возможно, синергизма процессов кроветворения, костеобразования, механизмов, регулирующих склонность к проявлениям аллергии, особенно ярко выраженном у детей дошкольного возраста.

Цинк и медь. Хорошо известно о тесном взаимодействии в организме этих двух эссенциальных микроэлементов. Причем в одних случаях (стимуляция кроветворения, эндокринных функций, костеобразования, иммунитета) они являются в целом синергистами, а по отношению к участию в регуляции перекисного окисления липидов, деятельности ЦНС, ЖКТ — зачастую проявляют антагонизм, конкуренцию в процессе транспорта, трансмембранного переноса, регуляции метаболизма и активности нейромедиаторов и т.д.

Как показано на рис. 4, у детей 3–6 лет изменения

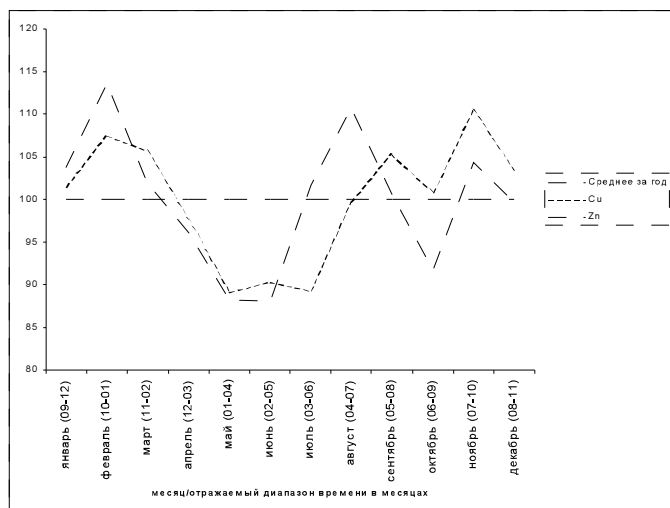


РИС. 4. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА Cu и Zn У ДЕТЕЙ 3–6 ЛЕТ (в % к среднегодовому значению).

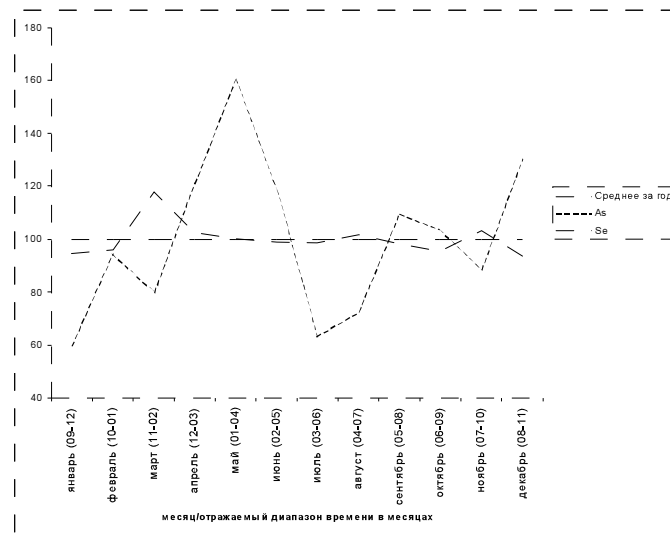


РИС. 5. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА As и Se У ДЕТЕЙ 3–6 ЛЕТ (в % к среднегодовому значению).

обмена цинка и меди, отражаемые в элементе составе волос, однонаправлены, хотя амплитуда этих колебаний, особенно у цинка, в целом незначительна (не более 15 %). То есть, процессы обмена цинка и меди в организме, если судить по полученным данным анализа волос, довольно стабильны, хотя и имеется выраженная тенденция к снижению концентрации цинка и меди в волосах детей весенние месяцы и повышению в июле–августе, а также в ноябре и начиная с середины зимы.

Таким образом, можно заключить, что весной у детей имеется наибольшая вероятность возникновения иммунодефицитных, обострения кожных и аллергических заболеваний, связанных с дефицитом цинка и меди в организме.

Кобальт. Динамика обеспеченности этим микроэлементом организма человека напоминает таковую железа и марганца, что вполне закономерно, так как у этих элементов много общего в химических свойствах и, соответственно, во влиянии на функции организма: участие в регуляции процессов кроветворения, иммунного статуса, анаболических процессов и др. Минимум обеспеченности кобальтом приходится на зиму и весенние месяцы, а максимум на лето и начало осени (рис. 1).

Хром. Сезонные отличия в содержании хрома в волосах достаточно выражены. Можно отметить тенденцию к более высокому накоплению в организме этого микроэлемента летом (рис. 1).

Селен. В обследованных группах детей существенных сезонных колебаний обеспеченности организма селеном не обнаружено (рис. 5). Отмечена тенденция к повышению уровня этого ультрамикроэлемента в волосах (на 15–20%), соответствующая февралю–марту.

Мы склонны рассматривать некоторое повыше-

ние уровня селена в волосах в указанный период, традиционным увеличением потребления в это время жиров и продуктов, богатых жирами, капусты, орехов, семян, чеснока, содержащих повышенные количества селена.

Свинец. Этот элемент — основной металл-поллютант в Российской Федерации и в мире в целом (Скальный, Есенин, 1997). В литературе имеются многочисленные данные о корреляции содержания свинца в волосах и окружающей среде, особенно у детей, установлен биологически допустимый уровень свинца в волосах детей (8 мкг/г, Ревич, Любченко и др., 1989). В настоящем исследовании установлено, что максимальное поступление свинца, по-видимому, имеет место в летние месяцы, когда они находятся, как правило, вне ДДУ, часто без присмотра взрослых и имеют повышенную вероятность контактов со свинцом, присутствующим в окружающей среде (поступление “руки–рот” — основной путь у детей дошкольного возраста).

Минимальное поступление свинца в организм детей, по-видимому, имеет место в октябре–марте (рис. 6), когда они меньше бывают на улице, снижена интенсивность движения автотранспорта, основное время днем дети проводят в ДДУ под контролем воспитателей или дома.

Олово. Установленная динамика нагрузки организма оловом, на основе имеющихся на сегодняшний день данных об особенностях кругооборота олова в биосфере и его биологической роли трудно объяснить. Отмечается 2 пика концентрации олова в волосах: март–май и октябрь–ноябрь (рис. 6). Минимум соответствует июлю–сентябрю.

Трудно предположить, с чем связан подобный характер временной флюктуации.

Кадмий. Два пика относительно пониженного

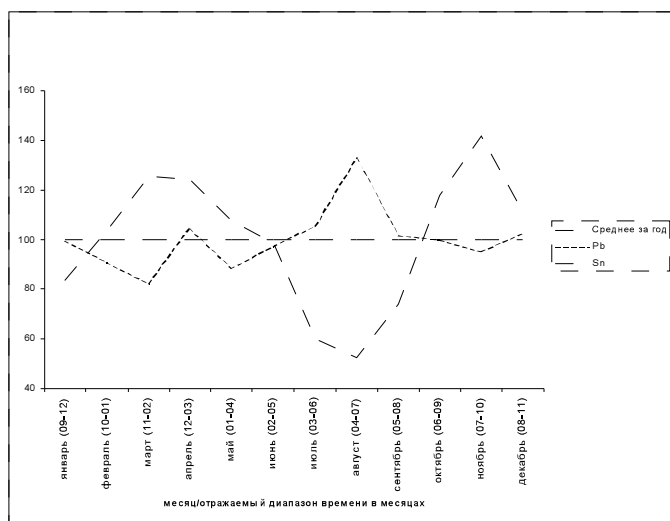


РИС. 6. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА Sn И Pb У ДЕТЕЙ 3–6 ЛЕТ (в % к среднегодовому значению).

содержания этого металла в волосах соответствуют апрелю–июню и зимним месяцам. Максимум концентрации кадмия в волосах, судя по полученным данным, наблюдается с августа по ноябрь, то есть в период после отпусков, загородного отдыха, то есть вероятных контактов с почвой, питьевой водой, зачастую в местах с недостаточной степенью соблюдения санитарно-гигиенических норм водоснабжения, а также в силу других причин.

Алюминий. Колебания алюминия в волосах в целом умеренны (в среднем не более 5–15%). Максимальная концентрация алюминия в волосах детей наблюдается в летне-осенний период. Минимум концентрации алюминия соответствует периоду с января по апрель.

Динамика содержания алюминия сходна с таковой у олова. Это, возможно, объясняется тем, одним из важнейших источников поступления алюминия и олова в организм являются консервированные продукты (?), нередко загрязненные этими металлами.

Никель. Пик концентрации этого техногенного загрязнителя в волосах детей наблюдается в апреле–августе. Минимум отмечен с сентября по март.

Кремний. Максимальный уровень кремния совпадает с маем–июлем, повышенный наблюдается с середины лета до середины осени, периоды минимальной концентрации кремния в волосах отмечены в ноября до начала лета.

Поступление кремния в организм детей носит выраженный сезонный характер. Уровень кремния в волосах отражает увеличение (весна–лето) или снижение (зима–ранняя весна) потребления богатых кремнием продуктов (свежей зелени, фруктов, ягод, овощей) в наших широтах.

Как установлено в настоящем исследовании, элементный состав волос адекватно отражает особенности сезонного поступления в организм многих жизненно важных макро- и микроэлементов (Ca, Mg, Fe,

Mn, Si, Se, Zn, Cu). Кроме того, сезонные колебания содержания в волосах калия и натрия, вероятно, отражают сезонное преобладание влияния парасимпатического или симпатического отделов нервной системы.

Месячные и сезонные изменения содержания и доступности тяжелых металлов (Pb, Sn, Cd) в окружающей среде также сказываются на уровне поступления их в организм детей.

Сезонные изменения элементного статуса могут служить дополнительным фактором в возникновении сезонных обострений хронических заболеваний, объясняют сезонный характер простудных заболеваний, анемии, астенических состояний. Это связано с биологической ролью каждого из макро- и микроэлементов, их дефицита или избытка в конкретное время года.

Например, на фоне дефицита кальция и магния возникает предрасположенность к возникновению или ухудшению бронхо-легочной патологии, аллергозов, заболеваний костно-мышечной системы. Субоптимальная обеспеченность организма железом, марганцем, медью, кобальтом повышает риск анемий, аллергозов (особенно ринитов, синуситов, обострений бронхитов с аллергическим компонентом). В возрастании риска сезонных простудных заболеваний и иммунодефицитов, кожных заболеваний в весенний период определенная роль может принадлежать дефицитам цинка и меди (снижение Т-клеточного иммунитета). Напротив, недостаточность селена, вероятно, способствует повышению заболеваемости простудными заболеваниями, болезнями сердечно-сосудистой системы, кожи, щитовидной железы (снижение антиоксидантной защиты, гуморального иммунитета, нарушение синтеза кератина и обмена йода в организме, дистрофические изменения в миокарде).

На основании полученных нами данных можно предположить, что в результате акклиматизационных дефицитов в организме включаются механизмы усиленной абсорбции недостающих элементов. Соответственно, в этот период эффективность коррекции хронических дефицитов химических элементов, сформировавшихся в течение длительного времени или даже конституциональных, генетически обусловленных, может оказаться максимальной. Этот факт может стать основным для повышения эффективности профилактики и лечения микроэлементозов.

Изменение химического состава крови, волос, как показано в настоящем исследовании, и других биосред у человека свидетельствуют о сезонных перестройках обмена веществ, несмотря на то, что человек биосоциальное существо, относительно хорошо защищенное от непосредственного действия сезонных колебаний окружающей среды.

Литература

Агаджанян Н.А., Губин Г.Д., Губин Д.Г., Радыш Н.В. 1998. Хроноархитектоника биоритмов и среда обитания. М.–Тюмень: изд-во ТГУ. 168 с.

- Голиков А.П., Голиков П.П. 1987. Сезонные биоритмы в физиологии и патологии. М.: Медицина. 200 с.
- Комаров Ф.И., Рапопорт С.И. 2000. Хронобиология и хрономедицина. М.: Триада-Х. 488 с.
- Любченко П.Н., Ревич Б.А., Левченко И.И. 1988. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами. Метод. реком. Утв. МЗ СССР 28.11.1988 г. М. 24 с.
- Скальный А.В. 2000. Адаптационные нарушения и микроэлементозы // Активационная терапия в системе медицинской реабилитации лиц опасных профессий. В.Н. Преображенский, И.Б. Ушакова, К.В. Лядов. М.: Паритет-Граф. С.192–270.
- Скальный А.В., Есенин А.В. 1997. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека // Токсикологический вестник. № 6. С.16–23
- Скальный А.В., Кудрин А.В. 2000. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет. М.: Лир Макет. 457 с.
- Akerberg K., Hoffmann K. 1987. Möglichkeiten in Diagnostik und Therapie mit der Gewebe–Mineral–Analyse aus dem Haar // Haaranalyse in Medizin und Umwelt. Herausg. von C. Krause und M. Chutsch. Stuttgart–New York: Gustav Fischer Verlag. S.171–190.
- Halberg F., Lagogyhey M., Reinberg A. 1983. Human circannual rhythms over a broad spectrum of Physiological processes // Int. J. Chronobiology. Vol.8. No.4. P.225–268.
- Haus S. 1994. Biologic rhythms in clinical and laboratory medicine. Berlin: Springer Verlag. 730 p.
- Momcilovic B. 1988. The epistemology of trace element balance and interaction // ТЕМА-6. Pacific Grove, California, May, 31 – June, 5, 1987. New York: Plenum Press. P.173–176.
-