

ВЛИЯНИЕ ВИТАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ (ВОДА, ПИЩА) НА БАЛАНС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ПОДРОСТКОВ РАЗНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП ОХОТСКОГО РАЙОНА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

INFLUENCE OF VITAL ENVIRONMENTAL
FACTORS (WATER, FOOD)
ON THE BALANCE OF MICROELEMENTS
IN THE BODY OF TEENAGERS
IN THE OKHOTSKY DISTRICT
OF KHABAROVSKY KRAY

**A. Nesterenko
E. Tselikh**

Summary. Human health is largely related to the influence of various environmental factors operating in the area of residence, one of which may be the entry of high or low concentrations of chemicals into the human body. *Aim of the study:* analysis of the chemical composition of environmental components (water, food) and their influence on the microelements' balance in the hair of teenagers of different ethnic groups in the Okhotsky district. *Object of study:* teenagers of Russian and Even nationality. The content of Fe, Cu, Zn, Se in hair and water was determined by atomic emission spectroscopy. *Results:* analysis of drinking water showed an excess of Fe and Cu, low levels of Zn and Se. The content of essential microelements in the average daily diet is deficient in all groups. Deficiency of Cu and Zn in the hair of teenagers is due to low content in the average daily diet. Correlations were established for low Se content in water and hair in the Evens, and Zn in the Russians. Correlations in the Even group are stronger compared to Russians. Thus, the deficiency of essential microelements in the environment affects content in the human body.

Keywords: microelements, teenagers, hair, water, diet.

Нестеренко Алена Олексовна

Старший преподаватель, Тихоокеанский
государственный университет, (г. Хабаровск)
alenushka_3@inbox.ru

Цельих Екатерина Дмитриевна

Д.б.н., профессор, Дальневосточный государственный
университет путей сообщения (г. Хабаровск)
celixed@mail.ru

Аннотация. Здоровье человека во многом связано с действием различных экологических факторов, действующих на территории проживания, одним из которых может быть поступление высоких или низких концентраций химических веществ в организм человека. *Цель работы:* анализ химического состава компонентов окружающей среды (вода, пища) и их влияние на баланс микроэлементов в волосяном покрове головы подростков разных этнических групп Охотского района. *Объект исследования:* подростки национальностей русские и эвены. Содержание Fe, Cu, Zn, Se в волосах и воде проведено методом атомно-эмиссионной спектроскопии. *Результаты:* анализ питьевой воды показал избыток Fe и Cu и низкое содержание Zn и Se. Поступление эссенциальных элементов с пищей дефицитно во всех группах. Дефицит Cu и Zn в волосах подростков обусловлен низким содержанием в среднесуточном рационе. Установлены корреляционные связи низкого содержания Se в воде и волосах в группе эвенов, Zn — в группе русских. В группе эвенов корреляционные связи сильнее по сравнению с русскими. Таким образом, дефицит эссенциальных микроэлементов в окружающей среде оказывает влияние на элементный статус подростков.

Ключевые слова: микроэлементы, подростки, волосы, вода, рацион.

Человек живет во взаимосвязи с окружающей средой, и его здоровье зависит от химического состава воды, почвы, воздуха, особенностей питания. Все компоненты среды содержат различные эссенциальные микроэлементы (железо, селен, медь, цинк и др.). Многие из них входят в состав важнейших биологически активных веществ, например, гормонов и ферментов [5].

Поступление оптимальных концентраций химических элементов обеспечивает все процессы жизнедеятельности организма [5; 8]. В настоящее время изучение роли микроэлементов в организме актуально, так как уровень здоровья населения находится в прямой зависимости от качества окружающей среды, а микро-

элементный состав биологических субстратов (кровь, волосы), по мнению ряда авторов, отражает суммарное поступление эссенциальных микроэлементов и загрязняющих веществ из воды и продуктов питания [1; 9]. Различные национальности имеют неодинаковую генетическую предрасположенность к окружающей среде и ее изменениям [6].

Целью работы является анализ химического состава компонентов окружающей среды (вода, пища) и их влияние на баланс микроэлементов в волосяном покрове головы подростков разных этнических групп Охотского района.

Материалы и методы

Был проведен забор проб питьевой воды из кранов жилых домов и школы п. Арка Охотского района ($n=20$) в осенний период 2022 года.

Произведено обследование подростков (русские, эвены, $n=77$, без учета пола) в возрасте $14,60 \pm 0,21$ лет, $14,57 \pm 0,54$ лет, проживающих в п. Арка, расположенном в Охотском районе.

Анализ среднесуточного рациона питания подростков эвенов и русских составлен при помощи 24-часового дневника питания, в котором фиксировались все потребляемые продукты и напитки.

Известно, что волосы наиболее объективно отражают процессы, длительное время протекающие организмом, и поэтому могут служить средством диагностики ряда заболеваний, связанных с нарушениями элементного обмена. Элементный состав волос является интегральным показателем элементного статуса организма человека, который может быть использован для оценки адекватности питания, состояния здоровья человека и его адаптации к окружающей среде. В связи с этим в последние годы все чаще исследование волос используется как один из методов выявления нарушения обмена веществ [7].

Для определения химического состава волос использовался метод атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) на базе Хабаровского инновационно-аналитического центра Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН. Для статистической обработки данных были применены корреляционный анализ на основе коэффициента парной корреляции и критерий Стьюдента для определения достоверности различий [4]. Для математических расчетов использовались статистический пакет Statistica 10.0 и офисный пакет Microsoft Office Excel 2013.

Результаты исследования

В ходе исследования проб питьевой воды поселка Арка Охотского района были определены концентрации эссенциальных микроэлементов: железо, цинк, медь и селен (таблица 1).

Концентрация железа в питьевой воде составила $145,84$ мг/л, что превышает установленный норматив. Содержание меди превышает ПДК в $1,96$ раз. Концентрация цинка в большинстве проб питьевой воды (65%) превышает установленные нормативы.

Согласно медицинским исследованиям, повышенное содержание цинка, железа и меди в питьевой воде может

Концентрация эссенциальных микроэлементов ($M \pm m$) в пробах питьевой воды п. Арка, Охотский район

	Содержание в пробах питьевой воды	Норматив по СанПиН 2.1.3684–21
Железо (Fe)	$145,84 \pm 16,02^{**}$	$0,3$ мг/л
Медь (Cu)	$1,96 \pm 0,25^{***}$	1 мг/л
Цинк (Zn)	$8,73 \pm 0,57^*$	5
Селен (Se)	$0,001 \pm 0,0001^{**}$	$0,01$

Примечание: достоверные различия концентраций химических элементов с ПДК показаны: $p \leq 0,05$ (*), $p \leq 0,01$ (**), $p \leq 0,001$ (***)

являться предиктором различных дисфункциональных состояний организма и приводить к развитию заболеваний, таких как неврологические расстройства, анемия, иммунодефицит и другие заболевания человека [3].

Концентрация селена согласно СанПиН 2.1.3684–21 в питьевой воде находится в пределах установленных нормативов. Однако, учитывая, что данный микроэлемент является жизненно необходимым, его низкая концентрация в питьевой воде не может восполнить суточную потребность для организма. Вероятность ошибки при измерении содержания селена составляет не более 1% , что говорит о достоверности результатов исследования ($p \leq 0,01$).

Анализ химического состава рациона питания представлен на рисунке 1. По результатам исследования было установлено, что среднесуточное содержание железа в рационе питания эвенов выше, чем в группе русских в $3,67$ раза. Поступление меди, цинка и селена не соответствует гигиеническим суточным потребностям в обеих этнических группах. Следует отметить наличие этнических различий в среднесуточном рационе питания ($p \leq 0,001$). Данное наблюдение указывает на значительные различия в составе рациона питания между этническими группами: культуре питания, доступности определенных продуктов, разнообразия в рационе.

Поступление эссенциальных микроэлементов в организм может зависеть не только от его количества в рационе и питьевой воде, но и от других факторов, таких как наличие патологических процессов в организме или разной степени восприимчивости различных микроэлементов (физиологическими свойствами), обусловленной этническими особенностями [2]. Таким образом, необходимо уделять внимание разработке сбалансированного рациона питания с учетом индивидуальных потребностей и факторов здоровья, чтобы обеспечить достаточное поступление всех необходимых микроэлементов для поддержания здоровья и профилактики различных заболеваний. Особенно важно это для населения, проживающего в условиях неблагоприятного климата.

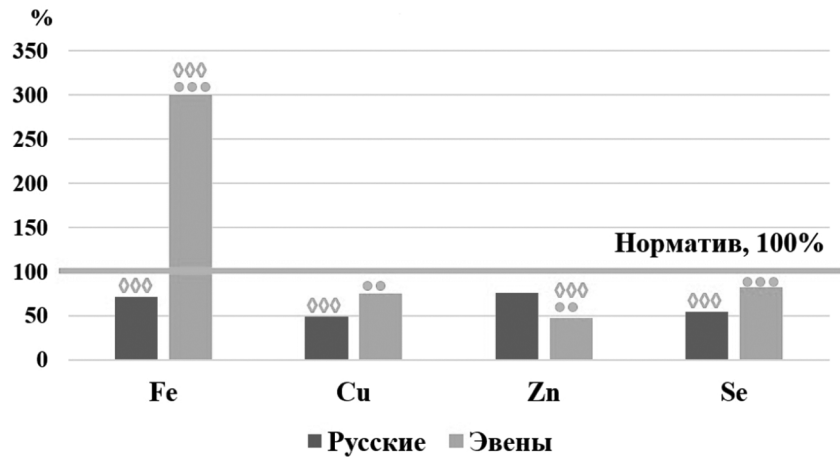


Рис. 1. Содержание эссенциальных элементов ($M \pm m$) в среднесуточном рационе питания в сравнении с нормативом (в % от норматива) подростков национальности эвены и русские (без учета пола), ($n=77$)

Примечание: здесь и далее: достоверное различие с границей физиологического норматива показано: при $p \leq 0,05$ (\diamond); при $p \leq 0,01$ ($\diamond\diamond$); при $p \leq 0,001$ ($\diamond\diamond\diamond$); достоверное различие с группой сравнения показано: при $p \leq 0,05$ (\bullet); при $p \leq 0,01$ ($\bullet\bullet$); при $p \leq 0,001$ ($\bullet\bullet\bullet$).

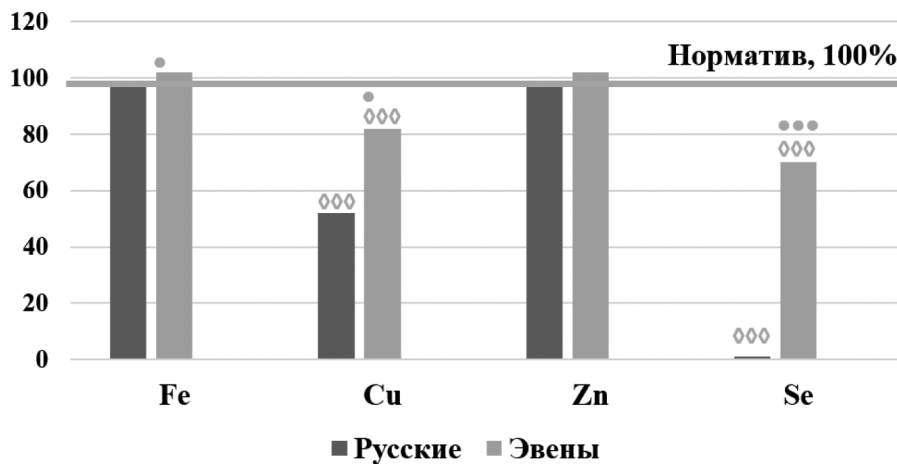


Рис. 2. Содержание эссенциальных элементов ($M \pm m$) в волосяном покрове головы подростков национальности эвены и русские (без учета пола), ($n=77$) в сравнении с нормативом (в % от норматива)

Концентрация железа, меди, селена и цинка в волосах подростков разных этнических групп, проживающих в поселке Арка Охотского района, представлена на рисунке 2.

Проведенное исследование показало, что содержание железа в волосах подростков русской национальности находится в пределах нормы, которая составляет 5,0–25,0 мг/г, в то время как у эвенов содержание железа в волосах превышает референтные значения в 1,1 раза. Были установлены значимые этнические различия в поступлении железа ($p \leq 0,001$). Различия содержания железа в твердом биосубстрате (волосы) подростков русского населения с нормативом также являются статистически значимыми ($p \leq 0,001$).

Содержание меди в волосах подростков обеих этнических групп находится в дефиците, что указывает на недостаточное поступление данного микроэлемента с пи-

щей и водой. Этнические различия в поступлении меди достоверны ($p \leq 0,001$).

Концентрация цинка в волосах подростков русских и эвенов находится в пределах референтных значений. Содержание данного микроэлемента в волосах эвенов выше показателей русского населения в 1,29 раза ($p \leq 0,001$).

В результате исследования было выявлено, что концентрация селена в волосах подростков обеих этнических групп находится в дефиците ($p \leq 0,001$). Этнические различия по содержанию селена в волосяном покрове головы достоверны ($p \leq 0,001$).

Анализ волосяного покрова головы показал, что у подростков эвенов значения эссенциальных микроэлементов значительно превышают средние значения русских (рисунок 2).

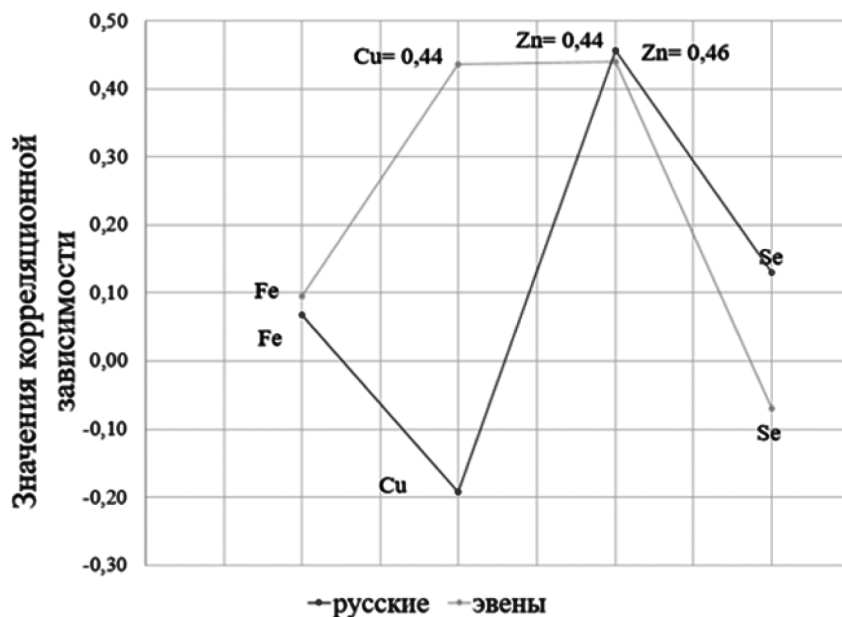


Рис. 3. Корреляционные взаимосвязи содержания микроэлементов в рационе питания и волосах подростков русских и эвенков п. Арка, Охотский район

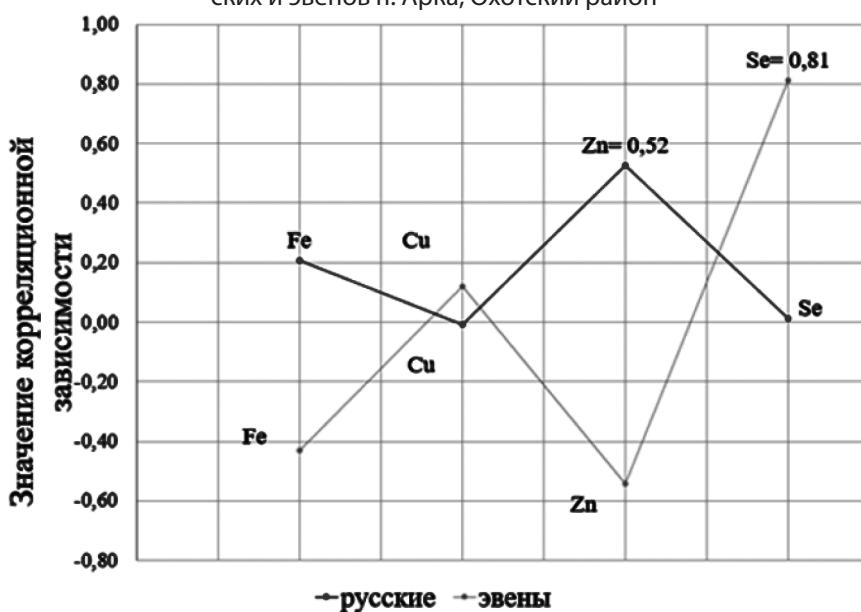


Рис. 4. Корреляционные взаимосвязи микроэлементов (железо, медь, цинк, селен) в питьевой воде и в волосах подростков русских и эвенков

Была установлена корреляционная зависимость между содержанием эссенциальных микроэлементов в волосах подростков Охотского района и поступлением элементов с питьевой водой и пищей.

На рисунке 3 показана корреляционная зависимость содержания микроэлементов в волосяном покрове головы подростков от рациона питания. В группе эвенков выявлены средние по силе корреляционные взаимосвязи для меди и цинка ($r=0,44$ и $0,44$, соответственно), а в группе русских только для цинка ($r=0,46$).

Анализ корреляционных взаимосвязей содержания элементов в волосах и питьевой воде показал среднюю по силе связь для цинка ($r=0,52$) в группе русских (рисунок 4). Наиболее значимая связь в группе эвенков установлена для селена: низкая концентрация элемента в питьевой воде оказывает влияние на дефицит селена в волосах ($r=0,81$).

Результаты исследования подтвердили, что рацион питания оказывает наибольшее влияние на содержание меди и цинка в организме подростков эвенков, тогда как питьевая вода в большей степени влияет на содержание селена в волосах.

На концентрацию жизненно важных микроэлементов может влиять ряд других факторов: индивидуальные особенности каждого организма и его потребности в микроэлементах; подверженность воздействию неблагоприятного климата. Для достижения оптимального уровня микроэлементов в организме необходимо сбалансированное питание, а также контроль за качеством питьевой воды. Регулярное проведение исследований и мониторинг состояния микроэлементов в организме является профилактикой предотвращения

возможных заболеваний, связанных с дефицитом микроэлементов.

Результаты исследования указывают на необходимость учета этнических и географических особенностей при проведении анализа состава волос и интерпретации результатов. В частности, у эвенов наблюдается более низкое содержание железа и меди в волосах по сравнению с русскими, что может быть связано с особенностями их пищевых привычек и качеством питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.Т. Микроэлементозы человека: монография / А.Т. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. — Москва: Медицина, 1991. — 493 с.
2. Даренская М.А. «Этнические аспекты метаболических реакций женщин при дисрегуляционной патологии» / М.А. Даренская, Л.И. Колесникова, С.И. Колесников. — М.: Российская академия наук, 2020. — 168 с.
3. Евсеева Г.П., Пичугина С.В., Яковлев Е.И., Пепеляева Л.Р. Экологическое воздействие качества окружающей среды Хабаровского края на уровень заболеваемости детского населения // Региональные проблемы. — 2018. — № 4. — 93–100 с.
4. Ермолаев О.Ю. Математическая статистика для психологов / О.Ю. Ермолаев. — М.: Московский психол.-соц. ин-т. Из-во Флинт, 2003. — С. 19–72.
5. Искандарова Ш.Ф. Минералы — важная составная часть биологически активных добавок / Ш.Ф. Искандарова, Н.А. Джаббаров // Science Time, 2018. — С. 44–47.
6. Нестеренко А.О. Влияние рациона питания на микроэлементный статус детей подросткового возраста разных этнических групп северных территорий Хабаровского края / А.О. Нестеренко, Е.Д. Целых, Г.П. Евсеева // Вопросы питания. Приложение, 2018. — Т. 87. — № 5. — С.147–148.
7. Сальникова Е.В. Региональные особенности содержания микроэлементов в биосфере и организме человека / Е.В. Сальникова, Т.И. Бурцева, А.В. Скальный // Гигиена и санитария, 2019. — Т. 98. — №2. — С. 148–152.
8. Тихонов М.Н. Металлоаллергены в общей проблеме безопасности жизнедеятельности человека / М.Н. Тихонов, В.Н. Цыган // Современная медицина. — 2004. — 54 с.
9. Шашель В.А. Микроэлементный состав волос как маркер коморбидных состояний у детей с желчнокаменной болезнью, проживающих в экологически неблагоприятных территориях Краснодарского края / В.А. Шашель, С.Ю. Маталаева // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология, 2020. — Т.173. — №1. — С. 76–83.

© Нестеренко Алена Олександровна (alenushka_3@inbox.ru); Целых Екатерина Дмитриевна (celixed@mail.ru)
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»