

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ НАРУШЕНИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА

БАРАНОВА О.В., НОТОВА С.В., СКАЛЬНЫЙ А.В., ЧАДОВА Л.А.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия

Институт биоэлементологии Оренбургского государственного университета

В настоящей работе приведены результаты оценки элементного статуса лиц, занятых на электрогенерирующих установках ОАО «Оренбургэнерго». Выявленные нарушения в минеральном обмене у обследуемых позволили применить современный метод системной диагностики с использованием препаратов макро- и микроэлементов. Обследуемые респонденты получали коррекцию БАД к пище в течение трех месяцев. Все коррекционные мероприятия проводились с добровольного согласия работников в соответствии с рекомендациями специалистов АНО «Центр Биотической медицины» (г. Москва). После проведения курса коррекции препаратами макро- и микроэлементов в организме достоверно повысилась концентрация Zn, Mn, Ni, Al, Be, Cd, понизилась – P, Fe, Cr, Si, As, Li, Hg.

**Ключевые слова:** макро- и микроэлементы, нарушения, коррекция, биологически активные добавки, эффективность, вредное производство.

### ВВЕДЕНИЕ

Накопленные наукой данные свидетельствуют о том, что в условиях жизни современного человека невозможно адекватное обеспечение потребности организма всеми необходимыми веществами за счет привычного питания. Человеку необходимы альтернативные источники эссенциальных веществ, прежде всего, витаминов, макро- и микроэлементов. К этим источникам относят специализированные пищевые продукты, биологически активные добавки к пище, которые целенаправленно выполняют коррекцию пищевого рациона человека [9]. Ситуация еще более усложняется тем, что последние годы ознаменовались значительным ростом болезней, связанных с нарушениями обменных процессов в организме. Особое значение в возникновении подобных состояний придается резкому изменению характера питания населения, экологическому неблагополучию, следствием которого является загрязнение внутренней среды радионуклидами, солями тяжелых металлов, а также обеднение ее необходимыми для жизнедеятельности организма макро- и микроэлементами, что, по мнению ученых, может вызывать нарушение гомеостаза [1].

В этой связи особый интерес представляют методики индивидуальной коррекции нарушений минерального обмена, в том числе и специфические профессионально обусловленные у работников, занятых на различных производствах [8, 11].

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучен элементный статус 122 человек в возрасте от 18 до 60 лет, работающих на электрогенерирующих установках ОАО «Оренбургэнерго», контактирующих с вредными факторами производства (высокая температура, шум, вибрация и т.д.) с производственным стажем от 5 до 30 лет. Среди обследо-

ванных – рабочие котлотурбинного, химического и электротехнического цехов, химико-аналитической лаборатории и управления.

Отбор проб и оценка элементного состава биосубстратов (волосы) осуществлялись в соответствии с МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03. Аналитические исследования образцов выполнены методами атомно-эмиссионной (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой [10, 15]. Полученные результаты сравнивали со средними значениями содержания химических элементов в волосах (25-75 центильный интервал), полученными при проведении популяционных исследований в различных регионах России [13].

С целью коррекции элементного статуса работников применялся метод системной диагностики доктора Скального А.В. с использованием препаратов макро- и микроэлементов. Обследуемые группы получали коррекцию БАД к пище в течение трех месяцев. Использовались следующие БАД к пище: «БиоИод» (рег. удост. 77.99.02.916.Д.004707.07.03); «БиоМагний-спирулина» (рег. удост. 001929.Р.643.12.2000); «БиоЦинк-спирулина» (рег. удост. 001956.Р.643.09.2000).

Все коррекционные мероприятия проводились с добровольного согласия обследуемых в соответствии с рекомендациями специалистов АНО «Центр Биотической медицины» (г. Москва). Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью методов вариационной статистики [4].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка элементного статуса работников вредных производств до и после коррекции позволила выявить нормализующее действие препаратов макро- и микроэлементов на минеральный обмен у обследуемых лиц. Так, установлено, что до проведения коррекции минерального обмена наблюдалось повышенное содержание в волосах калия, натрия и магния по сравнению с величинами 25-75 центильного интервала. Концентрации кальция и фосфора в волосах находились в пределах референтных значений (табл. 1).

Таблица 1.

Изменение содержания макроэлементов в волосах работников ТЭЦ (n=46) после курса индивидуальной коррекции минерального обмена (мг/кг).

Элемент	Содержание химических элементов в волосах		Значения 25-75 центильного интервала	Критерии достоверности	
	до коррекции	после коррекции		Вилкоксона	Манна-Уитни
Ca	1162±167	1207±153	494-1619	0,783212	0,960798
P	146±3,4	132±4,4	135-181	<b>0,000007</b>	<b>0,002167</b>
K	199±41	217±46	29-159	0,633934	0,788354
Na	517±96	699±158	73-331	0,379771	0,864897
Mg	156±28	139±22	39-137	0,33556	0,823475

**Примечание:** здесь и далее в таблицах шрифтом выделены величины, характеризующие статистически достоверную разницу между группами.

После проведения индивидуального курса достоверно снизилось содержание фосфора в волосах на 10,0 % ( $p < 0,01$ ). Наблюдалась также тенденция к снижению концентрации магния в волосах до значений, близких к границе 75 центильного интервала.

Оценка полученного фактического материала показала, что значительная часть выборок не подчиняется нормальному распределению. В связи с этим полученные данные обрабатывались с помощью методов непараметрической статистики, дающих возможность оценивать достоверность расхождений в выборках с помощью непараметрических критериев Манна-Уитни и Вилкоксона.

Тенденция к увеличению калия и натрия, вероятно, может свидетельствовать о нарушении гомеостаза и метаболических процессов у работников ТЭЦ. Повышение уровней калия и натрия в волосах на фоне уже существующего переизбытка элементов может отражать перенапряжение симпатоадреналовой системы, что было ранее установлено при оценке элементного статуса работников вредного производства в исследованиях В.И. Некрасова, А.В. Скального [5].

До проведения коррекции наблюдалось повышенное содержание железа в волосах работников ТЭЦ (табл. 2) относительно величин 25-75 центильного интервала, что, вероятно, может свидетельствовать о повышенном риске профессионального гиперсидероза у работников и связанных с ним нарушениях деятельности кроветворной и сердечно-сосудистой систем [17].

**Таблица 2.**

Изменение содержания эссенциальных и условно-эссенциальных микроэлементов в волосах работников ТЭЦ (n=46) после курса индивидуальной коррекции минерального обмена (мг/кг).

Элемент	Содержание химических элементов в волосах		Значения 25-75 центильного интервала	Критерии достоверности	
	до коррекции	после коррекции		Вилкоксона	Манна-Уитни
Fe	37,1±2,5	31,3±3,8	11-24	<b>0,015834</b>	<b>0,00347</b>
Zn	155,4±4,3	172±5,6	155-206	<b>0,001798</b>	<b>0,018876</b>
Cu	13,9±1,1	14,3±0,87	9-14	0,248724	0,451802
Mn	0,75±0,21	0,81±0,13	0,32-1,13	<b>0</b>	<b>0,000605</b>
Co	0,08±0,02	0,02±0,002	0,04-0,16	0,219624	0,691366
Cr	0,55±0,04	0,51±0,11	0,32-0,96	<b>0,000561</b>	<b>0,005846</b>
Se	0,29±0,04	0,33±0,06	0,69-2,2	0,934694	0,948734
I	0,75±0,16	0,67±0,14	0,27-4,2	0,369381	0,304337
Si	54±3,8	25,6±2,1	11-37	<b>0</b>	<b>0</b>
Ni	0,31±0,04	0,42±0,04	0,14-0,53	<b>0,005043</b>	<b>0,000964</b>
V	0,11±0,01	0,13±0,03	0,01-0,50	0,750891	0,74792
As	0,06±0,006	0,05±0,005	0,00-0,56	<b>0,001299</b>	0,111313
Li	0,03±0,002	0,026±0,004	0,00-0,02	<b>0,009525</b>	<b>0,008274</b>

Концентрации цинка, марганца, кобальта, хрома, йода укладывались в пределы значений 25-75 центильных интервалов. Содержание меди в волосах работников отмечено как «критическое» по отношению к верхнему значению центильного интервала.

Наблюдалось пониженное содержание селена в волосах обследуемых, что согласуется с данными ряда исследователей, позволивших установить массовое распространение дефицита селена у жителей Оренбургской области [2, 6, 18]. Как следует из полученных нами данных, дефицит селена может стать и следствием избыточного содержания мышьяка в организме, наблюдаемого в волосах обследуемых [12, 14].

Концентрация кремния в волосах до проведения курса коррекции была значительно выше границ оцениваемого центильного интервала (в среднем в 2,1 раза), что может указывать на нарушения водно-солевого обмена и на опасность возникновения заболеваний мочеполовой, дыхательной систем либо свидетельствовать об ускоренном выведении кремния из организма [14].

Содержание никеля и ванадия находилось в пределах 25-75 центильного интервала, а содержание мышьяка и лития – превышало, что согласуется с данными Нотовой С.В. [6] о повышенном содержании лития у 81% взрослого населения Оренбуржья в силу особенностей геохимической территории.

Коррекция минерального обмена способствовала достоверному снижению уровня железа в волосах в среднем на 16,0% ( $p < 0,05$ ), что расценивается позитивно. Однако данный показатель не укладывается в границы 25-75 центильного интервала. Достоверно увеличилось содержание цинка в волосах – на 11,0% ( $p < 0,05$ ), а также меди на 3,0% – ее содержание превысило допустимые значения. Отмечено достоверное повышение марганца на 8,0% и снижение кобальта – на 75,0% ( $p < 0,05$ ).

В результате коррекции достоверно снизилось на 7,0% содержание хрома в волосах (в пределах границы центильного интервала). Отмечена тенденция к увеличению содержания селена. Достоверно снизились уровни кремния (на 47,0%) и мышьяка (на 17,0%) до рекомендуемых значений ( $p < 0,05$ ). Увеличилось содержание никеля на 35,5% ( $p < 0,01$ ) (в пределах рекомендуемых значений) и отмечена положительная тенденция к увеличению ванадия. Установлено достоверное снижение лития на 13,0% ( $p < 0,05$ ), тем не менее превышая границы центильного интервала.

Таким образом, наиболее заметное нормализующее действие оказала коррекция в отношении показателей обмена кремния и мышьяка, отмечено выраженное снижение избыточных уровней железа и лития. К отрицательным следствиям коррекции можно отнести уменьшение содержания кобальта и увеличение уровня меди в волосах, выходящих за верхние и нижние границы рекомендуемых значений 25-75 центильного интервала.

Пагубное влияние на здоровье работников вредного производства могут оказывать токсические микроэлементы. Специфика их действия на организм обусловлена способностью к биоаккумуляции в тканях тела, что сопряжено с отдаленными пагубными последствиями для здоровья, даже крайне незначительного поступления этих веществ в процессе профессиональной деятельности [16].

Результаты исследования показали, что в начале исследования содержания олова, кадмия, ртути и бериллия в волосах находились в пределах границ центильного интервала (табл. 3).

Однако после проведения курса индивидуальной коррекции отмечена тенденция к увеличению содержания олова в волосах (в рамках допустимого уровня) и снижению свинца до значений центильного интервала. Установлено значительное повышение содержания алюминия и бериллия ( $p < 0,05$ ), тем не менее значения концентраций этих элементов находились в рамках физиологической нормы [13]. Достоверно увеличилось содержание кадмия на

233,0 % ( $p < 0,05$ ), превысив верхнюю границу центильного интервала. По мнению некоторых авторов [21], повышенный уровень кадмия в волосах после коррекции следует рассматривать как результат активной элиминации данного элемента из организма. Отмечено достоверное снижение содержания в волосах ртути на 27,0 % ( $p < 0,05$ ) (в пределах центильного интервала).

**Таблица 3**

Изменение содержания токсичных микроэлементов в волосах работников ТЭЦ ( $n=46$ ) после курса индивидуальной коррекции минерального обмена (мг/кг)

Элемент	Содержание химических элементов в волосах		Значения 25-75 центильного интервала	Критерии достоверности	
	до коррекции	после коррекции		Вилкоксона	Манна-Уитни
Sn	0,17±0,03	0,24±0,05	0,05-1,5	0,207931	0,470193
Al	5,80±0,85	12,3±1,20	6-18	<b>0,000002</b>	<b>0</b>
Pb	1,40±0,41	1,30±0,35	0,38-1,40	0,898952	0,882771
Cd	0,073±0,01	0,17±0,05	0,02-0,12	<b>0,003047</b>	<b>0,02831</b>
Hg	0,93±0,09	0,68±0,08	0,05-2,00	<b>0,000032</b>	<b>0,007686</b>
Be	0,003±0	0,006±0	0,00-0,01	<b>0,001714</b>	<b>0,001403</b>

Влияние коррекции на элементный статус обследованных лиц можно представить следующим образом: в числителе приведены химические элементы, содержание которых после коррекции достоверно повысилось, в знаменателе – достоверно понизилось.

↑ Zn, Mn, Ni, Al, Be, Cd  
↓ P, Fe, Cr, Si, As, Li, Hg

## ВЫВОДЫ

1. Применение метода индивидуальной коррекции минерального обмена у работников, занятых в профессионально обусловленных производствах, является эффективным.

2. Курс коррекции привел к достоверному снижению в организме концентраций фосфора, железа, хрома, кремния, мышьяка, лития. В свою очередь, произошло достоверное повышение концентраций цинка, марганца, никеля, алюминия.

3. Положительным нормализующим действием корректирующих мероприятий явилось снижение в волосах концентрации ртути и свинца, а также повышенное выведение кадмия и бериллия, что может свидетельствовать о существенных возможностях эффективного применения метода индивидуальной коррекции нарушений минерального обмена для элиминации из организма токсичных химических элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Агаджанян Н. А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н. А. Агаджанян, А. В. Скальный – М.: КМК, 2001. – 83 с.
- Баранова О.В. Гигиеническая оценка фактического питания и особенности элементного статуса студентов Оренбуржья: Автореф. дисс. на соискание уч. степени к.б.н. – М., 2005. – 24 с.
- Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабкелис А.Р., Кузнецов В.В. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргонной плазмой и масс-спектрометрией. - МУК 4.1.1482 – 03, МУК 4.1.1483 – 03. Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 56 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа. - 1990. – 352 с.
- Некрасов В.И., Скальный А.В. Элементный статус лиц вредных и опасных профессий: Монография. – Москва: РОСЭМ, 2006. – 229 с.
- Нотова С.В. Эколого-физиологическое обоснование методов коррекции элементного статуса и функциональных резервов организма человека: Автореф. дисс. на соискание уч. степени д. м.н. – М., 2005. – 40 с.
- Ревич Б. А. Научные основы гигиенических исследований окружающей среды городов с использованием геохимических методов: Автореф. дис. ... на соискание уч. степени д.м.н. – М., 1992. - 48 с.
- Ревич Б.А. Здоровье населения и химическое загрязнение окружающей среды в России. – М.: Медицина, 1996. – 105 с.
- Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологических активных веществ : метод. рекомендации МР 2.3.1.1915-04. – М., 2004. – 36 с.
- Серебрянский Е.П. Разработка спектрометрических методов определения химических элементов в окружающей среде и биосредах человека для гигиенических исследований: Дисс... на соискание уч. степени к.б.н. – М., 2003. – 143 с.
- Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро- и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: Автореф. дисс... на соискание уч. степени д.м.н. – М., 2000. – 54 с.
- Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А. Оценка зависимости повышенной онкологической заболеваемости от избыточности содержания мышьяка и других токсичных химических элементов в окружающей среде // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 32-35.
- Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 4. – Вып. 1. – С. 55-56.
- Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: МИР, 2004. – 272 с.
- Скальная М.Г. Гигиеническая оценка влияния минеральных компонентов рациона питания и среды обитания на здоровье населения мегаполиса: Автореф. дисс. на соискание уч. степени д.м.н. – М., 2005. – 42 с.
- Сусликов В.Л. Геохимическая экология болезней / В.Л. Сусликов. – М.: Гелиос АРВ, 2002. – Т. 3 : Атомовиты. – 670 с.
- Тиньков А.Н., Некрасов В.И. Комплексная оценка элементного статуса лиц, работающих на газоперерабатывающем производстве // В кн. Некрасова В.И., Скального А.В. Элементный статус лиц вредных и опасных профессий: Монография. – Москва: РОСЭМ, 2006. – С.181-190.
- Фролова О.О. Восстановление функциональных резервов у работников машиностроительного предприятия путем коррекции элементного статуса: Автореф. дисс... на соискание уч. степени к.м.н. – М., 2007. – 24 с.
- Anke M. Trace elements intake and balance of adults in Central Europe / M. Anke // TEMA-10. Evian. 3-7 of May, 1999. – 33 p.
- Passwater R. A. Trace elements, hair analysis and nutrition / R. A. Passwater, E. M. Cranton. - New Canaan: Keats Publ., 1983. – 420 p.
- Wilhelm M. Cadmium, copper, lead and zinc concentrations in human scalp and public hair / M. Wilhelm, F.K. Ohnesorge, D. Hotzel // Sci. Total Environ. – 1990. – Vol. 92. – P. 199-206.