

Баранова О.В., Нотова С.В., Скальный А.В., Чадова Л.А.
Оренбургский государственный университет

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОРРЕКЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО ОБМЕНА У РАБОТНИКОВ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Проведена оценка эффективности курса коррекции минерального обмена с использованием коэффициента суммарной токсической нагрузки. Положительным результатом коррекции можно считать снижение общей суммарной токсической нагрузки $K_{\text{тох}}$ и увеличение K_{macro} .

Неблагоприятные факторы техногенного характера влияют на элементный статус населения, занятого на вредных производствах или проживающего вблизи промышленных предприятий (Саев Ю.Е. с соавт., 1990; Агаджанян Н.А., Скальный А.В., 2001; Маймулов В.Г., Нагорный С.В., Шабров В.А., 2002; Боев В.М., Куксанов В.Ф., Быстрых В.В., 2002). Техногенные и, в частности, профессиональные микроэлементозы (Авцын А.П. и др., 1991) отличаются повышенным, по сравнению с фоновыми значениями, содержанием в волосах приоритетных для конкретного производства элементов, особенно тяжелых металлов (Скальный А.В., Быков А.Т., 2003).

В соответствии с этим, одним из направлений коррекции элементозов является использование монопрепаратов химических элементов при выявлении в биосубстратах человека повышенного содержания токсикантов. Данная технология обеспечивает предотвращение всасывания солей тяжелых металлов и усиления выведения их из депо с последующей нормализацией минерального обмена (Скальный А.В., Рудаков И.А., 2004). Данные назначения основаны на многочисленных исследованиях о роли эссенциальных микроэлементов в коррекции патологии эндокринной и сердечно-сосудистой систем (Авцын А.П. и др., 1991; Скальный А.В., Кудрин А.В., 2000).

Литературные данные свидетельствуют о положительном влиянии коррекции минерального обмена на общие показатели состояния здоровья, позволяющей предупредить формирование новых и улучшить показатели имеющихся хронических заболеваний (Скальная М.Г., Нотова С.В., 2005; Фролова О.О., 2007).

В связи с этим, определенный интерес могут представлять исследования по оценке эффективности мероприятий по коррекции минерального обмена у работников вредного производства.

Материалы и методы

В настоящем исследовании приняли участие 122 человека в возрасте от 18 до 60 лет, работающих на предприятиях ОАО «Оренбургэнерго» с производственным стажем 5 – 30 лет и контактирующих с вредными факторами производства. Для изучения влияния производственных факторов на элементный статус человека все обследованные были разделены на пять групп, в том числе: рабочие котлотурбинного цеха, химико-аналитической лаборатории, управления, химического и электротехнического цехов. Персонал данных подразделений контактирует с гидразином, озоном, кислотами, вибрацией, электромагнитными колебаниями и т. д.

Оценка элементного статуса обследованных осуществлялась посредством изучения химического состава волос. Образцы волос получали путем состригания с 3-5 мест на затылочной части головы в количестве не менее 0,1 г. В качестве референтного использовали образец волос производства Шанхайского института ядерной физики АН КНР (GBW09101).

Определение содержания макро- и микроэлементов в биосубстрате проводилась методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая 2003 г.).

Для получения целостного представления об общих закономерностях накопления токсичных элементов использован относительный показатель концентрации элементов в биосубстратах, рассчитанный в соответствии с рекомендациями С.В. Нотовой (2005) по следующей формуле:

$$K_{tox} = K_{Al} + K_{Be} + K_{Cd} + K_{Hg} + K_{Pb} + K_{Sn} + K_{Ti},$$

где $K_{Al...Ti}$ – отношение содержания элемента в волосах человека к содержанию, соответствующему 50-му центиллю.

Данный алгоритм был использован и при вычислении K_{ess} и K_{macro} :

$$K_{ess} = K_{Fe} + K_{Zn} + K_{Cu} + K_{Mn} + K_{Co} + K_{Cr} + K_{Se} + K_{I};$$

$$K_{macro} = K_{Ca} + K_{P} + K_{K} + K_{Na} + K_{Mg}.$$

Для проведения коррекции нарушений минерального обмена на добровольной основе было отобрано из числа обследуемых 46 человек, которые получали БАД к пище в течение трех месяцев. Использовались БАД к пище: «БиоЙод» (рег. удост. 77.99.02.916.Д.004707.07.03, пр-ва ООО «БиоЙод»; «БиоМагний-спирулина» (рег. удост. 001929.Р.643.12. 2000, пр-ва АНО «ЦБМ») «БиоЦинк-спирулина» (рег. удост. 001956.Р.643.09.2000, пр-ва АНО «ЦБМ»). Все коррекционные мероприятия проводились в соответствии с рекомендациями специалистов АНО «Центр Биотической медицины». После проведения курса коррекции у рабочих исследуемой группы был повторно проведен анализ биосубстратов.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью методов вариационной статистики (Лакин Г.Ф., 1990).

Результаты и их обсуждение

Как следует из полученных данных (табл. 1), до коррекции нагрузка Al работников химико-аналитической лаборатории была минимальной в отличие от обследуемых лиц котлотурбинного цеха, где отмечена максимальная нагрузка. В частности, различия по величине K_{Al} в данных подразделениях составили 2,6 раза ($p < 0,001$). Обратная картина наблюдается у этих групп в отношении нагрузки Be: персонал химико-аналитической лаборатории подвержен большей нагрузке Be (в 3,3 раза), чем работники котлотурбинного цеха. Нагрузка Cd работников электромеханического цеха была в 5,3 раза выше ($p < 0,05$), чем у персонала управления. Максимальный вклад в суммарную токсическую нагрузку у работников управления вносит Hg, превышая в 2,7 раза ($p < 0,001$) этот показатель у рабочих котлотурбинного цеха. Наряду с этим, у работников управления нагрузка Pb оказалась в 5,9 раза выше ($p < 0,05$), чем у работников химико-аналитической лаборатории.

Таким образом, повышенная достоверная нагрузка токсическими элементами у работников распределена по следующим подразделениям предприятия: котлотурбин-

Таблица 1. Динамика величины суммарной токсической нагрузки в группе лиц до и после коррекции элементного статуса

Подразделение	Значения коэффициентов (до коррекции / после коррекции)											
	K_{Al}		K_{Be}		K_{Cd}		K_{Hg}		K_{Pb}		K_{Sn}	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
Котлотурбинный цех	0,66± 0,09	1,47± 0,33*	0,40± 0,07	0,12± 0,04*	1,02± 0,30	0,16± 0,06*	0,63± 0,10	0,54± 0,15	1,83± 0,54	2,00± 0,45	0,20± 0,05	0,48± 0,16
Химико-аналитическая лаборатория	0,25± 0,07	0,61± 0,20	1,31± 0,71	0,05± 0,03	1,05± 0,90	0,05± 0,02	0,96± 0,45	0,94± 0,60	0,48± 0,37	0,41± 0,17	0,13± 0,02	0,28± 0,13
Управление	0,35± 0,14	0,95± 0,26*	0,50± 0,14	0,08± 0,03*	0,37± 0,11	0,05± 0,02**	1,70± 0,30	1,30± 0,23	2,82± 0,96	3,10± 2,50	0,16± 0,03	0,71± 0,35
Химический цех	0,45± 0,17	0,88± 0,14*	0,69± 0,15	0,07± 0,01**	0,80± 0,28	0,18± 0,12*	0,78± 0,11	0,65± 0,09	1,06± 0,54	1,12± 0,27	0,29± 0,11	0,71± 0,30
Электромеханический цех	0,56± 0,11	1,04± 0,11**	0,52± 0,17	0,10± 0,03*	1,98± 0,77	0,28± 0,13*	0,72± 0,14	0,68± 0,23	1,73± 0,34	1,69± 0,51	0,21± 0,06	0,50± 0,10*
В среднем	0,48± 0,07	1,02± 0,10**	0,60± 0,08	0,09± 0,01**	1,04± 0,22	0,17± 0,05**	0,91± 0,09	0,77± 0,09	1,63± 0,46	1,71± 0,46	0,22± 0,04	0,59± 0,13**

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,001$.

ный цех – по алюминию; управление – по ртути.

Курс коррекции сопровождался значительными изменениями по величине токсической нагрузки организма работников ОАО «Оренбургэнерго». Причем, использование препаратов эссенциальных микроэлементов способствовало повышению K_{Al} и K_{Sn} (в среднем, в 2-3 раза, $p < 0,05$) у всех обследуемых, независимо от сферы производственной деятельности на данном предприятии. Так, в котлотурбинном цехе данное повышение по K_{Al} составило в 2,2 раза ($p < 0,05$), в управлении – в 1,9 раза ($p < 0,05$), в химическом и элект-

ромеханическом цехах – в 2 раза, соответственно ($p < 0,05$). Достоверное повышение нагрузки Sn в 2,4 раза ($p < 0,001$) было установлено только у работников электромеханического цеха. Наряду с этим, у общего числа обследуемых наблюдалось заметное снижение K_{Be} (в среднем, в 6,7 раз, ($p < 0,001$)) и K_{Cd} (в среднем, в 6 раз, ($p < 0,001$)). Так, у рабочих котлотурбинного цеха прием монопрепаратов химических элементов привел к снижению нагрузки Be в 3,3 раза, Cd – в 6,4 раза ($p < 0,05$), у работников управления – в 6,3 раза ($p < 0,05$) и 7,4 раза ($p < 0,001$) соответственно, у рабочих химического цеха – в 9,8

Таблица 2. Динамика значений коэффициентов суммарной токсической нагрузки и коэффициентов содержания макроэлементов и эссенциальных микроэлементов в группе обследуемых до и после коррекции элементного статуса

Подразделение	Значения коэффициентов			
	K_{macro}	K_{ess}	K_{tox}	K_{all}
до коррекции элементного статуса				
Котлотурбинный цех	9,12±2,06	14,93±1,30	4,73±0,57	28,78±3,15
Химико-аналитическая лаборатория	6,09±0,93	15,06±1,87	4,18±0,94	25,33±2,64
Управление	7,56±1,41	13,72±1,59	5,89±2,47	27,17±4,52
Химический цех	9,44±2,05	14,73±1,62	4,08±0,70	28,26±3,69
Электромеханический цех	7,77±1,80	13,41±0,89	5,72±1,09	26,91±3,21
В среднем	8,47±0,92	14,33±0,70	4,88±0,55	27,69±1,72
после коррекции элементного статуса				
Котлотурбинный цех	15,86±5,02	15,51±3,46	4,77±0,77	36,14±9,06
Химико-аналитическая лаборатория	5,08±0,71	13,32±3,44	2,34±0,88	20,74±5,00
Управление	6,47±1,53	9,77±1,34	6,17±2,91	22,41±5,40
Химический цех	8,73±1,22	11,90±1,27	3,61±0,48	24,24±2,24
Электромеханический цех	7,96±1,57	11,75±0,91	4,30±0,66	24,01±2,76
В среднем	9,32±1,22	12,30±0,89	4,35±0,57	25,97±2,28

Таблица 3. Соотношение значений коэффициентов суммарной токсической нагрузки, содержания макроэлементов и эссенциальных микроэлементов в различных профессиональных группах, %

Подразделение	Удельная доля оцениваемых коэффициентов		
	K_{macro}	K_{ess}	K_{tox}
до коррекции элементного статуса			
Котлотурбинный цех	29,50±3,18	53,21±2,99	17,29±2,32
Химико-аналитическая лаборатория	24,54±4,23	59,19±1,65*	16,27±2,71
Управление	27,42±3,33	52,92±3,14	19,66±4,33
Химический цех	29,86±2,45	55,27±2,58	14,87±1,49
Электромеханический цех	26,99±2,91	52,37±2,62	20,64±2,78
В среднем	28,40±1,35	54,08±1,31	17,52±1,20
после коррекции элементного статуса			
Котлотурбинный цех	39,56±3,77	44,64±2,09	15,80±2,45
Химико-аналитическая лаборатория	25,79±2,74*	63,79±1,26***	10,42±2,26*
Управление	28,81±3,35	48,31±3,60	22,88±4,49
Химический цех	34,98±3,01	49,49±2,24	15,52±1,78
Электромеханический цех	31,44±2,92	50,55±2,67	18,01±2,11
В среднем	33,44±1,62	49,50±1,34	17,06±1,25

Примечание: * – $p < 0,05$; *** – $p < 0,001$ по отношению к величинам средним по совокупности.

и 4,4 раза ($p < 0,05$), соответственно, у рабочих электромеханического цеха – в 5,2 и 7 раз, соответственно ($p < 0,05$). Тем не менее, данное проявление не наблюдалось в отношении снижения K_{pb} у рабочих котлотурбинного, химического цехов и персонала управления. Следовательно, заметное нормализующее действие оказала коррекция монопрепаратами биоэлементов в отношении снижения нагрузки Be и Cd .

Для выявления влияния величины суммарной токсической нагрузки на содержание макроэлементов и эссенциальных микроэлементов проведен расчет K_{macro} и K_{ess} в группе обследуемых лиц (табл. 2).

При подсчете суммарного K_{macro} до коррекции выявлено, что максимальное значение определено у работников химического цеха ($K_{macro} = 29,86$), минимальное – у работников химико-аналитической лаборатории ($K_{macro} = 24,54$).

При сравнении суммарных коэффициентов эссенциальных элементов выявлено, что максимальное количество K_{ess} определено у работников химико-аналитической лаборатории ($K_{ess} = 59,19$), минимальное – у работников электромеханического цеха ($K_{ess} = 52,37$). Для рабочих электромеханического цеха отмечен высокий суммарный ко-

эффициент токсической нагрузки K_{tox} (20,64), а для рабочих химического цеха – низкий ($K_{tox} = 1,84$).

После проведения курса коррекции K_{macro} увеличился, в среднем, в 1,2 раза у лиц, независимо от подразделения предприятия. У рабочих химико-аналитической лаборатории K_{ess} увеличился, а у лиц электромеханического цеха – снизился (возможно, в связи с большей нагрузкой токсичными элементами).

Эффективным результатом коррекции явилось снижение общей удельной доли K_{tox} на фоне повышения K_{macro} и уменьшения K_{ess} (табл. 3).

В целом, положительным результатом коррекции можно считать снижение общей суммарной токсической нагрузки K_{tox} и увеличение K_{macro} . Отрицательным следствием от коррекции явилось уменьшение K_{ess} . Возможно, это произошло в результате конкурентных взаимоотношений между токсичными и эссенциальными элементами.

Из вышесказанного следует, что для более эффективного применения показателей минерального обмена у рабочих вредных производств необходимо в ходе коррекции существенно увеличивать поступление эссенциальных микроэлементов с пищей или другими источниками.

Список использованной литературы:

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Агаджанян, Н. А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н. А. Агаджанян, А. В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 83 с.
3. Боев, В. М. Химические канцерогены среды обитания и злокачественные образования / В. М. Боев, В. Ф. Куксанов, В. В. Быстрых. – М.: Медицина, 2002. – 344 с.
4. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
5. Маймулов, В. Г. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях / В. Г. Маймулов, С. В. Нагорный, А. В. Шабров. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. гос. мед. акад., 2000. – 342 с.
6. Скальный, А. В. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет / А. В. Скальный, А. В. Кудрин. – М.: Лир Макет, 2000. – 421 с.
7. Скальный, А. В. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине / А. В. Скальный, А. Т. Быков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 198 с.
8. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М., Изд. дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272 с.
9. Скальная М.Г., Нотова С.В. Макро- микроэлементы в питании современного человека: Эколого-физиологические и социальные аспекты. – М.: «РОСМЭМ», 2005. – 310 с.
10. Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. – М.:Недра, 1990. – 335 с.
11. Фролова О.О. Восстановление функциональных резервов у работников машиностроительного предприятия путем коррекции элементного статуса // Автореф. дисс... на соискание ученой степени канд. мед. наук., М., 2007. – 24 с.