

Бурцева Т.И., Болодурина И.П., Нотова С.В., Голубева Е.В.,
Бибарцева Е.В., Чадова Л.А., Бурлуцкая О.И.
Оренбургский государственный университет

К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ СЕЛЕНА В ФОРМИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТНОГО ПОРТРЕТА ЧЕЛОВЕКА

Представлены данные исследования о влиянии селена на формирование элементного портрета человека. Показано, что содержание селена в биосубстратах человека находится в тесной связи с уровнем меди, свинца и кадмия. Причем на фоне гипо- и гиперселеноза возникают «новые» межэлементные соотношения.

Среди множества химических элементов оказывающих воздействие на состояние здоровья человека особое внимание привлекает селен, что связано с разнообразием его биологического действия. С момента открытия эссенциальной роли селена, он стал объектом возрастающего интереса. В настоящее время установлено, что, это мощный каталитический элемент, входящих в состав активных центров примерно 20 эукариотических белков (Behne V. D., et al 1993), формируемых как правило с участием селеноцистеина и селенметионина, через специфическую последовательность в гене (Thatfield D., Gladyshev V. 2002) Роль селена как антиоксиданта отмечена во многих экспериментальных и эпидемиологических исследованиях, по использованию селеносодержащих добавок для охраны здоровья на уровне отдельного человека или популяции в целом.

Целью настоящего исследования явилось изучение изменений в элементном статусе человека на фоне различной обеспеченности селеном, в том числе и в неблагоприятных условиях труда.

Материалы и методы исследования

В основу работы положено комплексное обследование различных групп населения города Оренбурга, всего в исследовании приняли участие свыше 1500 человек. В качестве фокусных групп были выбраны рабочие промышленных предприятий, контактирующие с вредными факторами на производстве. Для оценки влияния производственных факторов на элементный статус проведено обследование 200 работников электроэнергетических предприятий г. Оренбурга в возрасте от 24 до 60 лет. Данная категория лиц является коренными жителями Оренбургской облас-

ти со стажем работы на данном предприятии от 1 до 42 лет.

Рассматриваемые подразделения характеризуются неблагоприятными условиями труда, рабочие данных цехов находятся в производственном контакте с производными серы, хлора, аммиаком, гидразином, азотом; органическими кислотами и щелочами; подвержены высоким температурам, вибрации и шуму.

После проведения анкетирования с применением опросного метода обследованные рабочие были разделены на группы в зависимости от цеховой принадлежности.

Определение содержания макро- и микроэлементов в диагностируемом биосубстрате (волосы) проведено в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА 311, регистрационный номер в Гос. реестре РОСС RU. 0001.513118 от 29.05.03 г. В соответствии с методическими указаниями 4.1.1482-03, 4.1.1483-03. Пробоподготовка осуществлялась методом микроволнового разложения. Оценка элементного состава производилась атомно-эмиссионным и масс-спектральным методами исследований.

Полученные результаты по содержанию химических элементов в волосах сравнивали с референтными значениями (Bertram P. 1992) и со средними значениями содержания данных химических элементов в волосах (25–75 центильный интервал), полученными при проведении популяционных исследований в различных регионах России (Скальный А.В., 2003).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью общепринятых методов вариационной статистики (Лакин Г.Ф., 1990) с применением пакета программ Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

На формирование элементного портрета организма человека в значительной степени влияют процессы онтогенеза (Авцын А.П., 1991; Скальный А.В., 2000; Нотова С.В., 2005). При этом вполне очевидно, что характерные возрастные изменения должны наблюдаться и в отдельных биосубстратах в частности в волосах, что и подтверждают полученные результаты (табл. 1).

Оценка полученных результатов по возрастным группам позволила выявить пониженное содержание селена в волосах по всем возрастным группам. При этом минимальное содержание селена соответствует подростковому возрасту ($p < 0,01$), к 20 годам его уровень увеличился и оставался, примерно, до 60 лет.

В таблице 1 приведено содержание химических элементов в волосах обследуемых, которые проявляют антагонистические свойства по отношению к селену (Скальный А.В., Рудаков И.А., 2004). Так диапазон возрастных изменений содержания меди, был относительно небольшим. На возраст 11 – 14 лет приходится достоверный максимум ее содержания в волосах.

Для кадмия и свинца выявлены высокие значения в детском возрасте, минимум – в подростковом и юношеском, с постепенным повышением значений к 60 годам.

Таким образом, на содержание селена в организме человека в каждой возрастной группе, возможно, оказывают влияние повышенные концентрации химических элементов обладающих определенными антагонистическими свойствами.

Для установления возможного участия селена в формировании «элементного портрета» рабочих в зависимости от профессиональной принадлежности проведен сравнительный анализ содержания химических элементов в волосах работников пяти подразделений Сакмарской и Каргалинской ТЭЦ.

Изучение содержания макроэлементов в волосах рабочих ТЭЦ показало (табл. 2), что дефицит кальция установлен только у рабочих электрического и котлотурбинных цехов, причем у рабочих химического цеха, х/а лаборатории, а так же управления содер-

жание кальция в волосах превышало верхнюю границу референтных значений в среднем в 1,5 раза. Причем необходимо отметить, что дефицит кальция установлен в среднем у 48% обследуемых.

Анализ содержания в волосах магния показывает, что в волосах обследуемых рабочих котлотурбинного цеха (КТЦ) содержание данного макроэлемента находится на нижней границе нормы, а у прочих обследуемых этот показатель выше референтного уровня в 2 раза, что в целом характерно для населения Оренбургского региона (Нотова С.В., 2005).

В результате анализа микроэлементного состава волос отмечено, что содержание железа в волосах обследуемых рабочих увеличивалось в зависимости от вредности производств самое высокое содержание отмечено в КТЦ 48,7 мкг/г, что в 1,5 раза выше, чем у рабочих химико-аналитической лаборатории и управления. У рабочих химического, электрического и котлотурбинного цеха уровень железа в волосах в целом превышает границу нормального содержания этого элемента, что может быть связано с нарушением в работе органов ретикуло-эндотелиальной системы, а также кроветворной и сердечно-сосудистой системы (Некрасов В.И., 2006).

Повышенное в 1,5 раза содержание меди относительно референтного уровня в волосах рабочих химико-аналитической лаборатории и химического цеха связано, скорее всего, с постоянным контактом в процессе трудовой деятельности с производными серы, гидразином, аммиаком и щелочью. Интересно отметить, что содержание Си у рабочих других цехов оказалось в пределах референтных значений.

Как показал анализ содержания йода в волосах вредных производств содержание йода в волосах обследуемых находится в пределах или соответствует нижней границе референтных значений.

Содержание селена ниже референтных значений в среднем в 2 раза, что в принципе характерно для людей постоянно проживающих в Оренбургском регионе и согласуется с литературными данными (Нотова С.В., 2005, Бурцева Т.И., 2006, Фролова О.О., 2004).

Необходимо отметить, что дефициту селена, может способствовать повышенное содержание серы (как функционального антагониста селена) в окружающей среде в связи с деятельностью газоперерабатывающего комплекса.

Определенный вклад в дефицит селена вносит повышенный уровень мышьяка (в 1,5 раза выше референтных значений) в волосах обследуемых рабочих. Особенно важно отметить факт увеличения соотношения As/Se у рабочих ТЭЦ, что, как известно (Скальная М.Г. и др., 2001) повышает риск новообразований, болезни крови (Голубкина Н.А. и др., 1992).

При анализе результатов изучения содержания токсичных микроэлементов в во-

лосах рабочих вредных производств установлено (табл. 3), что уровень ртути в данном субстрате находился на уровне верхней границы нормальных значений или несколько превышало ее у рабочих аппарата управления.

Содержание свинца в волосах рабочих находилось в пределах референтных значений. Повышенное количество свинца обнаружено у 50% работников электромеханического цеха, что возможно связано с непосредственным контактом обследуемых лиц на производстве.

Анализ абсолютных значений содержания химических элементов в волосах персонала позволил сформировать элементный «портрет» работников ТЭЦ (рис. 1).

Таблица 1. Содержание химических элементов в волосах лиц различных возрастных групп

Элемент	Средние значения	Значения 25-75 центильных интервалов
1-ая возрастная группа (3 – 6 лет)		
Se	0,2 ± 0,04	0,65 – 2,43
Cu	13,3 ± 1,0 ↑	8 - 12
Cd	0,2 ± 0,03	0,03 – 0,18
Pb	1,8 ± 0,23	0,76 – 2,73
2-ая возрастная группа (7 - 10 лет)		
Se	0,3 ± 0,03	0,65 – 2,43
Cu	11,9 ± 0,3	8 - 12
Cd	0,23 ± 0,045 ↑	0,03 – 0,18
Pb	2,8 ± 0,68 ↑	0,76 – 2,73
3-ая возрастная группа (11 - 14 лет)		
Se	0,27 ± 0,05	0,65 – 2,43
Cu	16,9 ± 2,3 ↑	8 - 12
Cd	0,24 ± 0,09 ↑	0,03 – 0,18
Pb	1,9 ± 0,39	0,76 – 2,73
4-ая возрастная группа (15 - 18 лет)		
Se	0,2 ± 0,01	0,65 – 2,43
Cu	12,7 ± 0,4 ↑	8 - 12
Cd	0,125 ± 0,03	0,03 – 0,18
Pb	1,09 ± 0,113	0,76 – 2,73
5-ая возрастная группа (19 - 23 лет)		
Se	0,3 ± 0,01	0,69 – 2,20
Cu	14,6 ± 0,7 ↑	9 - 14
Cd	0,06 ± 0,009	0,02 – 0,12
Pb	0,7 ± 0,05	0,38 – 1,40
6-ая возрастная группа (24 - 45 лет)		
Se	0,3 ± 0,02	0,69 – 2,20
Cu	13,6 ± 0,4	9 - 14
Cd	0,2 ± 0,02 ↑	0,02 – 0,12
Pb	1,8 ± 0,2	0,38 – 1,40
7-ая возрастная группа (46 - 60 лет)		
Se	0,4 ± 0,01	0,69 – 2,20
Cu	13,2 ± 0,4	9 - 14
Cd	0,3 ± 0,06 ↑	0,02 – 0,12
Pb	2,3 ± 0,35	0,38 – 1,40

Таблица 2. Среднее содержание макро- и микроэлементов в волосах рабочих

Показатель	Котлотурбинный цех	Химико-аналитическая лаборатория	Химический цех	Электромеханический цех	Управление	Значения 25-75 центильных интервалов
Ca	448 ± 42 ↓	1918 ± 413	1605 ± 327	579 ± 75 ↓	1520 ± 542	494 - 1619
Mg	56 ± 5	208 ± 48 ↑	237 ± 68 ↑	77 ± 10	182 ± 65	39 - 137
Fe	48 ± 4 ↑	24 ± 6	34 ± 4 ↑	36 ± 5 ↑	35 ± 7 ↑	11 - 24
Cu	11 ± 0,6	19 ± 4	16 ± 3	13 ± 1	11 ± 1	9 - 14
Se	0,22 ± 0,04 ↓	0,23±0,05↓	0,27±0,04↓	0,43±0,2↓	0,29±0,05↓	0,69 - 2,20
I	0,72 ± 0,2	2,26±1,71	0,62±0,11	0,96±0,45	0,21±0,06↓	0,27 - 4,2

Таблица 3. Среднее содержание токсичных и потенциально токсичных микроэлементов в волосах рабочих ТЭЦ

Показатель	Котлотурбинный цех	Химико-аналитическая лаборатория	Химический цех	Электромеханический цех	Управление	Значения 25-75 центильных интервалов
Cd	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,06	0,06 ± 0,02	0,14 ± 0,05	0,03 ± 0,007	0,02 - 0,12
Hg	0,64 ± 0,1	0,98 ± 0,4	0,8 ± 0,1	0,74 ± 0,14	1,7 ± 0,31 ↑	0,05 - 2,0
Pb	1,6 ± 0,5	0,43 ± 0,3	0,95 ± 0,5	1,54 ± 0,3	2,5 ± 2,1	0,38 - 1,40

Таблица 4. Корреляционные коэффициенты (Пирсона)

Наименование микроэлементов	Коэф, корреляции Пирсона, при Se < 25 центиля	Коэф, корреляции Пирсона, при Se > 75 центиля
Al - Fe	0,55*	0,87**
Al - Ti	-	0,82**
Al - V	0,60*	0,79**
Ca - Mg	0,96**	0,84**
Cr - V	0,54*	0,56*
Fe - Ti	-	0,80**
K - Na	-	0,73**

↑ Mg, Fe, Cu, Hg, Pb
↓ Ca, Se

Рисунок 1. Элементный «портрет» рабочих электроэнергетического предприятия

Дополнительно было проведено изучение прямых корреляционных связей между содержанием ряда макро- и микроэлементов в волосах обследуемых рабочих на всем множестве данных. Так коэффициент корреляции Пирсона показал тесную связь между уровнем Se и Ca (0,595) и Se и Mg (-0,681).

Современные представления по проблеме, можно сформулировать, процитировав выдержку из работы М.Г. Скальной, А.В. Демидова, А.В. Скального (2003): «Из допущения, что значения содержания элементов в волосах интервала 25 - 75 центиля или 0,7 - 1,5 мкг/г популяции могут рассматриваться в качестве нормы, можно предполагать, что значения, лежащие в интервалах

от 10 до 25 и от 75 до 90 центиля, соответствуют состоянию «предболезни». Показатели концентрации химических элементов в волосах интервала от 0 до 10 и от 90 до 100 центиля максимально отражают состояние болезни, то есть ассоциируются с четкой клинической манифестацией специфических для микроэлементозов синдромов и симптомов».

В связи с вышесказанным в рамках совокупности были проанализированы корреляционные зависимости при содержании Se < 25 центиля и Se > 75 центиля (табл. 4).

Интересно отметить, что недостаток селена в организме человека, приводит к ослаблению корреляционных связей, что возможно говорит о слабом выведении токсичных элементов из организма человека (Бурцева Т.И., Рудаков И.А. 2006).

Особенность обмена микроэлементов выявилась при повышенных концентрациях

селена в волосах респондентов. Так известно, что селен, является «антогонистом» титана, что возможно и объясняет сильную корреляционную связь между (Al – Ti; Fe – Ti). При этом возникают межэлементные взаимодействия в обмене Al; Fe; V; Cr; на фоне гипо- и гиперселенозов.

Таким образом, подводя итог вышесказанному, с уверенностью можно утверждать, что селен, принимает участие в регуляции обмена химических элементов, а так же оказывает определенное влияние на формирование элементного портрета организма человека.

Список использованной литературы:

1. Голубкина, Н.А., Обеспеченность селеном населения Литвы / Н.А. Голубкина, М.В. Шагова, В.Б. Спиричев и др. *Вопр. питания.* - 1992. - №1. - С. 35-37.
2. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
3. Нотова, С.В. Эколого-физиологическое обоснование методов коррекции элементного статуса и функциональных резервов организма человека: дис. ... д-ра мед. наук / С.В. Нотова – М., 2005. – 289 с.
4. Некрасов В.И., Скальный А.В., Элементный статус лиц опасных профессий: Монография.– М: РОСМЭМ, 2006. – 229 с.
5. Скальный, А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро – и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов: дис. ... д-ра мед. наук / А. В. Скальный. – М., 2000. – 352 с.
6. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – М.: Оникс 21 век: Мир, 2004. – 216 с.
7. Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Са, Mg, P, Fe, Zn и Cu в волосах человека // *Микроэлементы в медицине* – 2003. Т. 4. – Вып 2. – с. 5– 10
8. Фролова, О.О. Макро- и микроэлементный состав волос рабочих ПО «Стрела», контактирующими с вредными производственными факторами / О.О. Фролова, С.В. Нотова, Е. С. Барышева // *Микроэлементы в медицине.* – М., 2004. – Т. 5, вып.4. – С. 151-154.
9. Bertram, H. P. Spurenelemente. Analytik, Okotoxikologische und medizinisch-klinische Bedeutung / H.P. Bertram. – Munchen: Urban und Schwarzenberg, 1992. – 207 S.
10. Behne V.D., Bedwal R.S., Nair N., Sharma M.P., Mathur R.S. Selenium – its biological perspectives // *Med.Hypotheses.*- 1993.-V.41.-P.150-159.
11. Thatfield D., Gladyshev V. How selenium has altered our understanding of the genetic code. // *Mole. Cell. Biol.* 2002. Vol. 22. P. 3565– 3576.