

УДК 613.27:574.24

## **ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОРГАНИЗМА ЖИТЕЛЕЙ УФЫ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ ПО СОСТАВУ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

**Ларионова Т.К., Даукаев Р.А, Аллаярлова Г.Р., Адиева Г.Ф., Печерская В.Л.**

ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

*Проведено изучение фактического питания населения г. Уфы, занятого в непромышленной сфере, оценена обеспеченность организма макро- и микроэлементами по их содержанию в биологических средах организма. Установлены корреляционные связи между содержанием элементов в пищевом рационе и биологических средах.*

**Ключевые слова:** макроэлементы, микроэлементы, рацион питания, биологические среды

## **THE ASSESSMENT OF PROVISION MACRO - AND TRACE ELEMENTS OF RESIDENTS ORGANISM OF UFA BY COMPOSITION OF BIOLOGICAL FLUIDS**

**Larionova T. K., Daukaev R.A., Allayarova G. R., Adieva G. F., Pecherskaya V.L.**

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

*We have studied actual nutrition of the Ufa population working in the non-manufacturing sector and evaluated the provision of body macro - and microelements of the inhabitants by their content in biological fluids. We have established correlation between the content elements in the diet and biological environments.*

**Key words:** macroelements, trace elements, diet, biological environment

Интерес к оценке обеспеченности организма макро- и микроэлементами достаточно высок, во-первых, в связи с тем, что минеральные вещества, наряду с витаминами, являются жизненно важными компонентами пищи, во-вторых, с тем, что в настоящее время установлены связи дисэлементозов с развитием различных заболеваний [1, 2, 3, 4, 6].

Оценка обеспеченности организма тем или иным веществом может быть проведена двумя путями. Первый – изучение пищевой ценности рациона и фактического питания населения, второй – определение содержания веществ в биологических средах организма. Это может быть отнесено как к изучению витаминной, так и минеральной обеспеченности организма.

**Цель** настоящей работы – с помощью различных методов оценить обеспеченность жителей Уфы макро- и микроэлементами.

### **Материал и методы.**

Проведено социально-гигиеническое анкетирование населения г. Уфы, занятого в непромышленной сфере (1550 человек). Методом 24-часового (суточного) воспроизведения изучено фактическое питание группы населения (500 дневников питания). Гигиеническая оценка элементного состава пищевых продуктов проведена на основании анализа результатов исследований, выполненных в рамках сертификационных испытаний сотрудниками Испытательного центра ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии

человека» за 10 лет, данных республиканского информационного фонда социально-гигиенического мониторинга и по результатам специальных исследований (10 250 анализов).

Методом атомно-абсорбционной спектрометрии определены макро- и микроэлементы в пищевых продуктах, служащих основой пищевого рациона жителей, и биологических средах организма человека (кровь, волосы).

Все исследования выполнены по аттестованным методикам, на поверенном в установленном порядке оборудовании, в аккредитованной лаборатории.

Статистическая обработка данных проведена с помощью стандартных компьютерных программ. При нормальном распределении содержания элементов в пищевых продуктах и биологических средах использованы средние значения, при распределении величин, не подчиняющихся закону Гаусса, – медианы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** На основе проведенных исследований по оценке фактического питания населения г. Уфы и содержания металлов в основных пищевых продуктах выполнена оценка минерального состава пищевого рациона. Исследования проведены как в зимний, так и в летний периоды. На рисунке 1 представлена обеспеченность пищевого рациона жителей Уфы эссенциальными макро- и микроэлементами.

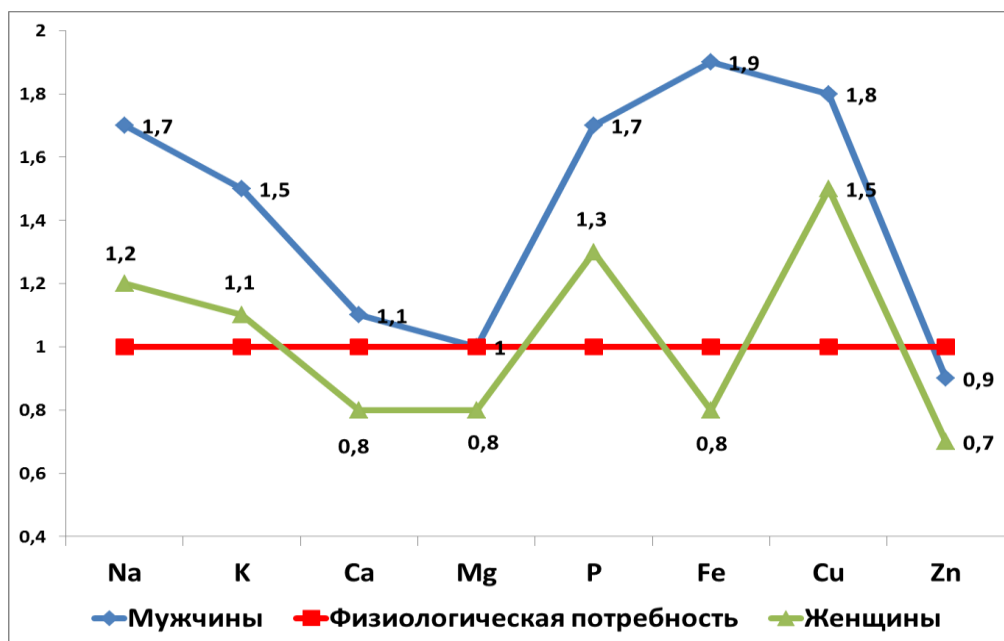


Рис. 1. Обеспеченность пищевого рациона жителей Уфы эссенциальными макро- и микроэлементами (доля от физиологической потребности)

Исследованиями установлено, что содержание натрия в суточных рационах выше физиологической потребности взрослого человека в среднем в 1,5 раза. Как известно, избыток натрия в рационе может привести к повышению артериального давления, отекам и усугублению сердечной недостаточности. В суточном рационе питания исследуемых групп населения среднее содержание калия на 30% выше физиологической потребности. Калий относится к внутриклеточным катионам, способствующим осуществлению важнейших физиологических функций. Избыточное поступление ионов калия вызывает перегрузку соответствующих систем гомеостаза и нарушение метаболических процессов [7]. В рационе

обследованных лиц отмечена недостаточность магния, причем дефицит элемента более выражен у женщин. Также в рационе женщин отмечен дефицит кальция. Поскольку большинство пищевых продуктов богаты фосфором, рацион жителей города легко обеспечивает его достаточное количество. Поступление железа с пищевыми продуктами у женской части населения в 1,3 раза меньше физиологической потребности, у мужчин в среднем превышает в 1,9 раза. Меди поступает в 1,7 раза больше физиологической потребности, однако верхнего допустимого уровня не было превышено ни в одном из рационов. Поступление цинка с пищевыми продуктами ниже суточной потребности в среднем на 20%.

Поступление токсичных и условно-эссенциальных элементов никеля, ртути, мышьяка, свинца и кадмия не превышает референтной суточной дозы. Больше всего с пищевыми продуктами поступает мышьяка – по максимальному уровню – до 25% суточной дозы, затем следуют никель (20%), кадмий (17%), ртуть (11%) и свинец (10%).

Стандартно в качестве биологического маркера экспозиции химическими элементами используются кровь и волосы, причем оценку элементного состава волос рационально использовать для целей клинической и гигиенической донозологической диагностики нарушений пищевого статуса. Элементный статус жителей различных регионов значительно различается и зависит как от техногенной нагрузки, так и от природных геохимических условий. Пищевые продукты как экзогенный фактор также оказывают значительное влияние на элементный состав биологических сред человека.

При рассмотрении уровня токсичных и условно-эссенциальных элементов никеля, мышьяка, кадмия и ртути в крови обследованных жителей города установлено, что как среднее, так и максимальное содержание металлов находится в пределах допустимого диапазона. Концентрация свинца в крови по средним величинам находится в допустимом диапазоне, однако по максимальным величинам на 20% превышает верхний фоновый уровень.

Эссенциальные элементы по среднему значению входят в допустимый диапазон, у части обследованных (10–15%) отмечен пониженный уровень в крови кальция и магния. Среднее содержание меди и марганца меньше нижней границы физиологического уровня (табл. 1).

В настоящее время отсутствуют нормативы по допустимому содержанию токсичных элементов в волосах лиц непрофессиональных групп. Для некоторых элементов (свинец, ртуть, кадмий, марганец, никель) разработаны предельно допустимые уровни накопления при производственном контакте. Однако использовать эти уровни при оценке накопления токсичных элементов в волосах населения, не имеющего в своей производственной деятельности контакта с солями тяжелых металлов, не представляется возможным в связи с их высокими значениями. Для ряда металлов предложены условно биологически допустимые уровни содержания (УБДУ) в волосах жителей и референтные значения [5, 8].

Свинец по оценке большинства исследователей является основным загрязнителем, представляющим опасность для здоровья человека. Концентрация свинца в волосах 5 мкг/г считается «уровнем обеспокоенности» и указывает на избыточное его поступление в организм [7]. По результатам наших исследований, этот уровень не достигнут в волосах городских жителей. Биологически допустимая концентрация кадмия в волосах населения

непрофессиональных групп составляет 2 мкг/г, «уровнем обеспокоенности» принято считать величину 0,5 мкг/г. В волосах обследованных жителей эти уровни также не были достигнуты.

Таблица 1

### Содержание элементов в биологических средах жителей г. Уфы (n=224)

Химический элемент	Средний физиологический уровень в крови	Содержание в крови	Средний физиологический уровень в волосах	Содержание в волосах
Никель	1–50 мкг/л	15,5±6,1	0,1–2,0 мкг/г	0,50±0,14
Мышьяк	2–90 мкг/л	4,7±1,3	0,005–0,1 мкг/г	0,05±0,02
Свинец	100–150 мкг/л	45,4±22,4	0,1–5,0 мкг/г	0,77±0,17
Кадмий	0,03–7,0 мкг/л	0,50±0,32	0,05–0,5 мкг/г	0,04±0,01
Ртуть	1,5–7,0 мкг/л	0,9±0,2	0,05–2,0 мкг/г	0,26±0,12
Марганец	20–150 мкг/л	17,0±3,9	0,1–1,0 мкг/г	0,80±0,34
Хром	0,2–40 мкг/л	8,2±2,5	0,1–2,0 мкг/г	1,13±0,18
Кальций	40–80 мг/л	53,9±7,4	200–2000 мкг/г	888±150
Магний	23–40 мг/л	24,7±3,9	16–163 мкг/г	49±4
Железо	309–600 мг/л	547±73	5–25 мкг/г	17±1
Цинк	4,0–8,6 мг/л	5,85±0,85	100–250 мкг/г	122±21
Медь	0,7–1,37 мг/л	0,57±0,04	7,5–80 мкг/г	8,2±1,7

Биологически допустимый уровень ртути в волосах по одним данным составляет 0,5 мкг/г, по другим – 0,9 мкг/г [7]. Если взять во внимание более жесткий норматив, то в волосах городских жителей концентрация ртути составляет 0,5 БДУ, по максимальному содержанию достигая величины биологически допустимого уровня.

Никель опасен как канцероген, способный повышать риск заболеваний кожи, верхних дыхательных путей, а также как антагонист цинка, подавляющий иммунитет. Условно безопасный уровень никеля в волосах составляет 2 мкг/г. Средние уровни никеля в волосах обследованных составляют 0,25 УБДУ и по максимальной величине достигают 0,4 УБДУ.

Мышьяк – канцероген 1 класса опасности, способный индуцировать онкологические заболевания, заболевания ЦНС, периферических сосудов, крови, печени, органов слуха. Для мышьяка в качестве БДУ в волосах рекомендована величина 2 мкг/г, которая не была достигнута ни в одной из анализируемых проб.

В волосах цинк находится в пределах физиологического уровня у 80% обследованных жителей, у 10% отмечено сниженное его содержание. Медь в концентрации до нижней границы нормы обнаружена у 16% обследованных.

Хром хоть и относится к эссенциальным элементам, однако его избыточное поступление в организм способствует росту онкологической заболеваемости, иммунодефицитным и аллергическим состояниям, заболеваниям крови, печени и почек, дерматитов аллергической природы. Содержание хрома в крови и волосах обследованных городских жителей находится в пределах допустимого уровня.

Как было сказано выше, уровень элементов в биосредах организма может служить маркером эффекта их поступления с продуктами питания. Нашими исследованиями

установлены статистически достоверные ( $p < 0,05$ ) прямые корреляционные связи между содержанием в пищевом рационе меди, цинка, хрома, кальция, железа, магния и уровнем этих элементов в крови. Кроме того, обнаружена прямая корреляционная связь между концентрацией в волосах и пищевом рационе меди и свинца. По остальным элементам установлены или слабые корреляционные связи, или они имеют отрицательное значение. Необходимо отметить, что, несмотря на повышенное поступление меди с пищевыми продуктами и установленными прямыми корреляционными зависимостями между содержанием меди в рационе и биологических средах человека, ее уровень в крови находится ниже допустимой границы.

Таким образом, нашими исследованиями подтверждено, что пероральный путь поступления металлов в организм является приоритетным (более 90%) и содержание ряда металлов в крови и волосах адекватно отражает их поступление с пищевым рационом.

#### **Выводы:**

1. В пищевом рационе взрослого населения города Уфы, занятого в непромышленной сфере, наблюдается элементный дисбаланс, выражающийся в недостаточном поступлении кальция, магния, цинка и избыточном поступлении натрия, калия, фосфора и меди.

2. Элементный состав крови жителей города характеризуется пониженным содержанием меди и марганца (81% и 85% от нижней границы диапазона физиологического уровня соответственно). Среднее содержание изученных элементов в волосах находится в пределах референтного диапазона.

3. Для элементов (цинк, хром, кальций, железо, магний, свинец) установлены статистически достоверные корреляционные связи между их уровнем в биологических средах и пищевом рационе

#### **Список литературы:**

1. Гигиеническая оценка содержания химических контаминантов в продуктах питания и оценка риска воздействия пищевых продуктов на здоровье населения Оренбургской области / Л.М. Тулина, Н.Е. Вяльцина, Т.М. Макарова, Е.Г. Плотникова, А.А. Неплохов, Г.В. Садчикова // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 32–36.
2. Ларионова Т.К., Гарифуллина Г.Ф. Гигиеническая оценка риска для здоровья населения г. Уфы при воздействии тяжелых металлов // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 5. – С. 11–14.
3. Ларионова Т.К., Бакиров А.Б., Даукаев Р.А. Питание населения Республики Башкортостан в современных условиях. – Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2015. – 196 с.
4. Луговая Е.А., Степанова Е.М., Горбачев А.Л. Подходы к оценке элементного статуса организма человека // Микроэлементы в медицине. – 2015. – Т. 16. – Вып. 2. – С. 10–17.
5. Преображенский В.Н., Ушаков И.Б., Лядов К.В. Активационная терапия в системе медицинской реабилитации лиц опасных профессий. – М.: «Паритет Граф», 2000. – 320 с.
6. Скальная М.Г. Макро- и микроэлементы в питании жителей Москвы // Микроэлементы в медицине. – 2013. – Т.14. – Вып. 3. – С. 18–24.
7. Скальный А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А.Рудаков. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. – 272с.
8. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т.4. – Вып. 1. – С. 55–56.