

## КРАТКОЕ СООБЩЕНИЕ

### К ВОПРОСУ ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОЛОСАХ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА ОРГАНИЗМА

### ON INFORMATIVENESS OF HAIR MINERAL CONTENT DETERMINATION FOR ESTIMATION OF MINERAL STATUS OF THE ORGANISM

***Р.М. Дубовой\****

***R.M. Dubovoy\****

Ставропольская государственная медицинская академия, Ставрополь  
Stavropol State Medical Academy, Stavropol, Russia

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** элементный анализ, кровь, слюна, волосы, минеральный статус

**KEYWORDS:** elemental analysis, blood, saliva, hair, mineral status

**РЕЗЮМЕ:** Проведен сравнительный анализ данных о содержании 17 химических элементов в трех биосубстратах, полученных у здоровых добровольцев: цельной крови, смешанной слюне и волосах. Показано, что среди упомянутых биосубстратов волосы характеризуются наиболее высоким содержанием большинства элементов и минимальным коэффициентом вариации, что имеет принципиальное значение в контексте диагностической значимости анализа волос и надежности получаемых результатов.

**ABSTRACT:** Data on content of 17 chemical elements in three different biosubstrates (whole blood, mixed saliva, scalp hair) taken from healthy volunteers, were comparatively analyzed. It was shown that among the given biosubstrates hair was characterized by the highest content of most elements and minimal coefficient of variation. These facts have a key significance in context of diagnostic value of hair analysis and reliability of its results.

Проблема раннего выявления метаболических расстройств требует использования в практике здравоохранения современных, чувствительных и, желательно, нетравматичных методов диагностики. Одним из таких методов является оценка минерального баланса в организме человека путем количественного определения элементного состава различных биосубстратов: крови, мочи и т.д. (Скальный и др., 2009). Анализ волос также являет-

ся одним из наиболее удобных для целей массовых, скрининговых исследований состояния элементного баланса на популяционном и индивидуальном уровнях (Скальная и др., 2001; Ревич и др., 2004). Использование волос в качестве индикаторного биосубстрата имеет ряд ценных преимуществ, особенно важных для массовых исследований: простота и неинвазивность отбора, нетребовательность к условиям хранения и транспортировки, интегральный характер получаемых данных (Бацевич, Ясина, 1989; Иванов и др., 2003). Тем не менее в научной литературе продолжается дискуссия относительно возможности использования анализа волос для диагностики состояния элементного обмена в организме (Kruse-Jarres, 2000; Shamberger, 2002; Klevay et al., 2004). В этой связи нами в рамках работ по изучению минерального обмена у человека при заболеваниях челюстной системы (Гутнов и др., 2008) было проведено сравнение данных, полученных с использованием различных биосубстратов: волос, цельной крови и смешанной слюны.

Для изучения минерального состава и выявления корреляционной зависимости между содержанием химических элементов в этих биосубстратах использованы данные, полученные при обследовании группы контроля – 30 практически здоровых мужчин в возрасте от 25 до 60 лет. Отбор и элементный анализ образцов проводился по стандартной методике (Иванов и др., 2003). Определение элементов в биосубстратах осуществлялось комбинацией методов атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборах Optima 2000DV (PerkinElmer, США) и ELAN 9000

\* Адрес для переписки: Дубовой Роман Михайлович, к.м.н.; 355017, Ставрополь, ул. Мира, 310, Ставропольская государственная медицинская академия, кафедра диетологии и нутрициологии ФПО; E-mail: rod70@mail.ru

(PerkinElmer—Sciex, Канада) в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва, аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118 от 29 мая 2003). Статистическая обработка результатов исследований проводилась с использованием программ Microsoft Excel XP и Statistica 6.0.

Сравнение полученных данных показало, что содержание микро- и макроэлементов в исследованных биологических субстратах отличается весьма существенно (табл. 1), и это различие может составлять 2—3 порядка. Этот факт в плане диагностической значимости может иметь принципиально важное значение, поскольку очень низкие концентрации того или иного микроэлемента (например, в крови и слюне тысячные и десятитысячные доли микрограмма кадмия, кобальта и др.) определяются с большей вероятностью ошибки, чем более высокие концентрации тех же элементов в волосах (десятые и сотые доли микрограмма). Статистически это подтверждается анализом дисперсий. Так, среднее значение коэффициента вариации для 17 наиболее биологически важных элементов (табл. 1) при определении их концентрации в крови составил  $75 \pm 6,2\%$ , в слюне —  $83 \pm 8,1\%$ , тогда как в волосах только  $27 \pm 1,1\%$ . Эти факты свидетельствуют о том, что варьирование содержания элементов в волосах близко к стандартным значениям, характерным для вариабельности различных биохимичес-

ких и других параметров здорового человека — порядка 30—40% (Плохинский, 1970), тогда как в крови и в слюне пределы колебаний концентраций элементов были значительно выше.

Второе важное обстоятельство заключается в том, что между концентрацией макро- и микроэлементов в различных биосубстратах у здоровых добровольцев выявляется прямая корреляционная зависимость. Так, коэффициенты парной корреляции для отдельных элементов в системе кровь-слюна варьировали от +0,48 до +0,94, для системы кровь-волосы — от +0,51 до +0,88, для системы слюна-волосы — от +0,32 до +0,69.

Преимущество в информативности анализа содержания макро- и микроэлементов в волосах подтверждается также изучением элементного дисбаланса в различных биосубстратах у пациентов с одонтогенной флегмоной челюстно-лицевой области, поскольку отличие от нормальных значений в среднем у них составляло для крови 5—18%, слюны 8—50%, волос 15—450% (Гутнов и др., 2008).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, во-первых, содержание микро- и макроэлементов в различных биосубстратах (кровь, слюна, волосы) взаимосвязано между собой и, во-вторых, определение этих концентраций в волосах имеет преимущества, главные из которых более высокая точность измерений и простота получения биосубстрата.

*Таблица 1. Содержание макро- и микроэлементов в различных биосубстратах у здоровых добровольцев*

Элемент	Концентрация микро- и макроэлемента		
	Кровь, мг/л	Слюна, мг/л	Волосы, мг/кг
Ca	$51,1 \pm 2,2$	$27,2 \pm 1,5$	$303,3 \pm 12,8$
Cd	$0,0002 \pm 0,0001$	$0,0002 \pm 0,0001$	$0,083 \pm 0,004$
Co	$0,0004 \pm 0,0001$	$0,0003 \pm 0,0001$	$0,026 \pm 0,001$
Cr	$0,06 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,02$	$0,86 \pm 0,07$
Cu	$0,68 \pm 0,08$	$0,026 \pm 0,001$	$12,6 \pm 0,1$
Fe	$482,0 \pm 13,9$	$0,73 \pm 0,03$	$45,8 \pm 0,9$
I	$0,044 \pm 0,005$	$0,16 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,04$
K	$2352 \pm 186$	$635 \pm 40$	$226 \pm 12$
Li	$4,21 \pm 0,07$	$0,05 \pm 0,01$	$0,05 \pm 0,01$
Mg	$34,4 \pm 1,7$	$6,54 \pm 0,75$	$101,0 \pm 4,2$
Mn	$0,011 \pm 0,002$	$0,003 \pm 0,009$	$1,09 \pm 0,01$
Na	$2107 \pm 157$	$134 \pm 9$	$433 \pm 23$
Ni	$0,014 \pm 0,001$	$0,0065 \pm 0,0012$	$0,71 \pm 0,01$
P	$375,0 \pm 18,7$	$123,0 \pm 6,1$	$176,0 \pm 8,1$
Pb	$0,029 \pm 0,090$	$0,001 \pm 0,001$	$2,32 \pm 0,03$
Se	$0,17 \pm 0,01$	$0,0001 \pm 0,0001$	$0,053 \pm 0,004$
Zn	$5,91 \pm 0,26$	$0,090 \pm 0,002$	$161,0 \pm 9,7$

## ЛИТЕРАТУРА

Бацевич В.А., Ясина О.В. Медико-антропологические аспекты исследования микроэлементного состава волос // Антропология – медицине. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 198–220.

Гутнов Б.М., Скальная М.Г., Чергеиштов Ю.И., Дубовой Р.М. Особенности элементного статуса больных одонтогенными флегмонами челюстно-лицевой области // Микроэлементы в медицине. 2008. Т. 9. Вып. 3–4. С. 57–66.

Иванов С.И., Подунова Л.Г., Скачков В.Б., Тутельян В.А., Скальный А.В., Демидов В.А., Скальная М.Г., Серебрянский Е.П., Грабеклис А.Р., Кузнецов В.В. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией: Методические указания (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). М.: Федеральный Центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 56 с.

Плохинский Н.Л. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 366 с.

Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 384 с.

Скальная М.Г., Скальный А.В., Демидов В.А. Оценка зависимости повышенной онкологической заболеваемости от избыточного содержания мышьяка и других токсичных химических элементов в окружающей среде // Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2. Вып. 1. С. 32–35.

Скальный А.В., Лакарова Е.В., Кузнецов В.В., Скальная М.Г. Аналитические методы в биоэлементологии. СПб.: Наука, 2009. 264 с.

Klevay L.M., Christopherson D.M., Shuler T.R. Hair as a biopsy material: trace element data on one man over two decades // Europ J Clin Nutr. 2004. Vol.58. P. 1359–1364.

Kruse-Jarres J.D. Limited usefulness of essential trace element analyses in hair // Am Clin Lab. 2000. Vol.19. № 5. P. 8–10.

Shamberger R.J. Validity of hair mineral testing // Biol Trace Elem Res. 2002. Vol. 87. No.1–3. P.1–28.