

МАТЕРИАЛЫ 1-го СЪЕЗДА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА  
МЕДИЦИНСКОЙ ЭЛЕМЕНТОЛОГИИ (РОСМЭМ),  
9-10 декабря 2004 г., Москва

**МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ВОЛОС В РАННЕМ ВЫЯВЛЕНИИ  
ОСТЕОПОРОЗА И ИЗБЫТКА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В ОРГАНИЗМЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА ДИНАМИЧЕСКОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕД ОДНОМОМЕНТНЫМ**

**MULTIELEMENT HAIR PROFILE (MHP) FOR EARLY DETECTION  
OF BONE OSTEOPOROSIS AND INCREASED HEAVY METAL  
BODY BURDEN – ADVANTAGES OF LONGITUDINAL VS. CROSS  
SECTIONAL METABOLIC SAMPLING**

**Б. Момчилович<sup>1</sup>, Дж.И. Ликкен<sup>2</sup>**

**B. Momčilović<sup>1</sup>, G.I. Lykken<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт профессиональных заболеваний, Хорватия

<sup>2</sup> Университет Северной Дакоты, физический факультет, США

<sup>1</sup> Institute for Medical Research and Occupational Health, Croatia

<sup>2</sup> Department of Physics, University of North Dakota, USA

Микроэлементный анализ волос часто критикуют в связи с погрешностями отбора образцов, мешающим влиянием внешнего загрязнения и недостоверностью результатов. Тем не менее, элементный состав волос (ЭСВ) оказывается полезным при оценке адекватности питания, диагностике и выборе стратегии лечения заболеваний. В настоящей работе описываются два по-видимому независимых случая из практики автора, когда определение ЭСВ позволило осуществить раннюю диагностику остеопороза (Случай 1) и выявить увеличенную нагрузку тяжелыми металлами (Случай 2) с более высокой чувствительностью, чем позволяют достичь другие, более популярные, методы.

Случай 1. Анализ волос мужчины 65 лет показал увеличенное содержание кальция (в 1,6 раза по шкале ЦБМ\*), магния (в 1,6 раза) и кремния (в 1,2 раза). Однако, значения Т-критерия при оценке плотности костной ткани в поясничном отделе позвоночника и в области шейки левого бедра методом ДEXA составляли, соответственно, -0,5 и -0,3. При этом нормальными считаются значения до -1,0. Диагноз: мужской остеопороз.

Случай 2. Анализ волос мужчины 62 лет показал повышенный уровень свинца (в 1,9 раза по шкале ЦБМ) и кадмия (в 3,7 раза). В анамнезе отсутствовали данные о профессиональном контакте с тяжелыми металлами; кроме того, содержание свинца и кадмия в цельной крови (соответственно, 0,0197 и 0,0001 мг/л) находилось в пределах нормы. Диагноз: повышенная дозовая нагрузка свинцом и кадмием.

В обоих этих случаях имеется очевидный диагностический конфликт между данными анализа волос с одной стороны и данными ДEXA и анализа крови – с другой. В Случае 1 ЭСВ пожилого мужчины с отсутствием клинических нарушений в костной системе выявил увеличенную потерю основных элементов костной ткани (Ca, Mg и Si), тогда как данные ДEXA были хотя и отрицательными, но не выходящими за пределы нормы. Эти результаты показывают, что обнаружение повышенного содержания Ca, Mg и Si в волосах – ранний признак остеопороза, определяемый до того, как заболевание может быть диагностировано по принятым критериям при помощи ДEXA. В настоящее время остеопороз реже выявляется у мужчин, чем у женщин, вероятнее всего потому, что общая масса костной ткани у мужчин выше, из-за чего результаты ДEXA у них чаще выглядят как нормальные. Таким образом, чувствительность анализа волос в обнаружении небольших возрастных метаболических изменений костной ткани при

\* АНО «Центр биотической медицины», Москва; нормой считается относительное отклонение в пределах  $\pm 1,0$ ; подробнее об используемых значениях см. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины). // Микроэлементы в медицине. Т.4. Вып.1. 2003. С.7-11.

остеопорозе у мужчин превосходит возможности технологии визуализации, используемой в DEXA. Поскольку алиментарное поступление Ca и Mg в случае 1 было адекватным, полученные результаты поддерживают гипотезу о том, что остеопороз представляет собой необратимую эндогенную деминерализацию, главной особенностью которой является потеря кальция. Простое увеличение валового потребления Ca с пищей с целью «закачать его в кость» может оказаться в лучшем случае лишь паллиативной мерой; для лечения необходимо «удержать» кальций, уже имеющийся в костной ткани. Действительно, в недавней работе по изучению метаболизма у отдельного человека было показано, что если значительно увеличить поступление Ca с пищей, то на следующий день его концентрация в сыворотке крови заметно возрастает, однако еще через день опять снижается до нормальных значений и в дальнейшем остается на этом уровне (Momčilović, ТЕМА 6, 1987).

В случае 2 ЭСВ выявил высокий уровень Pb и исключительно высокий уровень Cd у человека, не имеющего производственного контакта с тяжелыми металлами. Однако содержание Pb и Cd в цельной крови пациента было в пределах нормы. Последующий поиск возможного источника экспозиции указал на большое потребление пациентом черного чая (5-10 г/сут., сорта Earl Gray и/или Sunny Island). Черные сорта чая представляют собой богатый источник тяжелых металлов, и даже фиточаи содержат большое количество Pb и Cd (Momčilović, Ivičić, ТЕМА 10, 2002). В данном случае вновь анализ волос продемонстрировал более высокую чувствительность по сравнению с определением микроэлементов в крови, хотя последнее считается предпочтительным на том основании, что кровь, в отличие от волос, не подвержена влиянию внешнего загрязнения. Поскольку в данном случае такового влияния не наблюдалось, определение Pb и Cd в волосах оказалось весьма чувствительным способом измерения фактической дозой нагрузки тяжелыми металлами.

Общим знаменателем в этих двух не связанных между собой случаях является тот факт, что анализ цельной крови и DEXA представляют собой, по сути, исследования одномоментного характера, в то время как анализ волос несет в себе черты динамического исследования в силу специфики анализируемого материала. Костная ткань и кровь – важные компоненты системы гомеостаза; равновесие элементного состава поддерживается за счет непрерывного перемещения химических элементов между кровью и функциональными тканями, в том числе костной, на фоне постоянных метаболических изменений в живом организме. Напротив, волосы представляют собой «запоминающую ткань», несущую интегральную информацию за определенный промежуток времени, поскольку вещества после попадания в волос остаются там, теряя возможность вернуться в основной метаболический пул организма.

The results of hair trace element (TE) analysis were often criticized for sampling inaccuracy, external

environmental contamination, and unreliability of the analytical results. Nevertheless, the MHP helps the MD in assessing nutritional status and establishing proper diagnosis and treatment. Here, I will show two seemingly unrelated cases from my practice on analyzing MHP which will highlight the capacity of MHP “chemical portrait” to help in early diagnose of osteoporosis (Case #1), and increased heavy metal exposure (Case #2), with a greater sensitivity that can be achieved with other more popular methods.

Case #1. The MHP of a men 65 years old showed an increase in calcium (1.60), magnesium (1.60), and silicium (1.20) content according to the CBM scale. Normal values are  $\pm (\leq 1.00)$ . However, his DEXA bone mineral density T scores of lumbals spine and at the neck of the left femur were -0.5 and -0.3, respectively. The DEXA values are considered to be normal in up to -1.0. Dg.: Male osteoporosis.

Case #2. The MHP of men 62 years old showed an increase of lead (1.90) and cadmium (3.70) content according to the CBM scale. Normal values are  $\pm (\leq 1.00)$ . He has no history of occupational heavy metal exposure and, indeed, his whole blood lead (0.0197 ppm) and cadmium (0.0001 ppm) levels were in the lower normal range. Dg.: Increased lead and cadmium body burden.

These two seemingly unrelated cases have in common the apparently conflicting evidence between MHP and DEXA, and MHP and whole blood TE. In Case #1 MHP of an old adult man with no clinical bone problems showed an increased loss of principal bone minerals (Ca, Mg, and Si), whereas the DEXA findings were somewhat negative, but still considered normal. This finding indicates that detection of increased Ca, Mg and Si concentrations in the hair is an early warning sign of men's osteoporosis before it can be proved by the present DEXA diagnostic criteria. Currently the osteoporosis is less frequently diagnosed in men than women, most likely since men have an overall grosser bone mass and hence their DEXA findings are considered normal. Thus, the biological sensitivity of MHP to detect the subtle age related bone metabolic changes in men osteoporosis was superior to the high imaging technology implemented in DEXA. Since Ca and Mg dietary intake of Case #1 were adequate, the results support the view how osteoporosis is an endogenous, irreversible demineralization process with Ca loss as the most characteristic feature. To simply increase an overall dietary Ca intake to “pump Ca into the bone” may be only a palliative therapeutic method at the best; the therapy needed is how to “hold on” Ca already in the bone. Indeed, a single subject human metabolic study showed that if the dietary Ca intake is markedly increased, the serum Ca level would be appreciably increased the very next day, but would fall back to normal the day after and stay normal thereafter (Momčilović, ТЕМА 6, 1987). In Case #2, MHP showed high Pb and exceptionally high Cd in an occupationally non-exposed subject. However, his whole blood Pb and Cd level were within the lower normal range for these two heavy metals. Further search for the possible source of undue heavy metal exposure pointed to the subject's avid black tea consumption (5-10 g/day of Earl Gray

and/or Sunny Island variety). Black teas are a rich source of heavy metals and, indeed, even the herbal teas are a rich source of Pb and Cd (Momčilović and Ivičić, TEMA 10, 2002). Again, the data indicate the superior detection sensitivity of MHP over the blood TE analysis; the later has been preferred on the common ground that blood unlike hair is not prone to the external environmental contamination. Since this was not the case, assessing the MHP of Pb and Cd appears to be a very sensitive measure of actual body burden after heavy metal exposure. The common denominator for these two seemingly unrelated

case findings stemmed from the cross sectional nature of whole blood TE and DEXA analysis as compared to the MHP longitudinal character of sampling material. Bone and blood are essential for the homeostasis maintenance; the elements ceaselessly equilibrate all the time by getting in and out from the blood to the target tissues like bone and back, as the metabolic conditions of living body may change. In contrast, hair is the “memory tissue”, an longitudinal integral over the time, since what once gets in the hair stays there with no possibility to return to the body metabolic pool.

---