

**М.П. Патапович¹, И.Д. Пашковская², Ж.И. Булойчик¹,
Н.И. Нечипуренко², А.Л. Танин², А.П. Зажогин¹**

¹Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

²РНПЦ неврологии и нейрохирургии, Минск, Беларусь

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ИЗУЧЕНИЯ ВРЕМЕННОГО
МЕТАБОЛИЗМА МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ
ЧЕЛОВЕКА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ВОЛОС МЕТОДОМ
ЛАЗЕРНОЙ ИСКРОВОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ**

Нарушение баланса макро-микроэлементов в организме человека приводит к развитию различных заболеваний. Существуют самые разнообразные причины дисбаланса микро- и макроэлементов в организме. Недостаток минеральных веществ в пищевых продуктах, нарушение их усвоения организмом, прием лекарств, наличие хронических заболеваний, стрессовые ситуации, умственное и физическое переутомление и др. – наиболее частые причины дисбаланса (дефицита) макро- и микроэлементов [1–4].

Для того чтобы возникший дисбаланс макро- и микроэлементов не стал причиной серьезных заболеваний, желательно выяснить полную картину микроэлементного баланса организма как можно раньше. Своевременная диагностика элементозов на основании определения реального содержания в биосубстратах организма наиболее важных для человека эссенциальных элементов – основа эффективной профилактики заболеваний, в том числе и связанных с экологической ситуацией. Без такой диагностики эффективность лечебных мероприятий снижается [3, 4].

Практически все доступные для анализа химические элементы (около 70), накапливаются в волосах. Эти элементы поступают в организм различными путями: с пищей, водой, при приеме лекарств и т. д. Способность волос аккумулировать в себе химические элементы, связана с особенностями их строения и формирования. Рост каждого волоса происходит за счет непрерывного размножения клеток луковицы, находящейся под кожей. Молодые клетки питаются посредством кровеносных сосудов подходящих к основанию волосной луковицы. Все макро и микроэлементы, попадая в организм, поступают в кровь, а оттуда – в волосные клетки. Волосные клетки созревают, высыхают, ороговевают, последовательно формируя волос по длине. И что особенно важно, состав накопившихся в них элементов, больше не изменяется, составляя своеобразный «элементный портрет» человека за определенный промежуток его жизни. В среднем за 1 мес. волосы вырастают на 1 см. Фактически в период роста волоса по его длине записывается вся история изменения содержания разных элементов в организме [1–4].

Анализ волос открывает новые перспективы для решения проблем со здоровьем, потому что выявляет нашу биохимическую индивидуальность. Такой неинвазивный способ получения биоматериала, не связанный с кровью и травматизацией абсолютно безопасен и сравним с взятием проб ногтей, слюны и мочи.

Анализ элементарного состава волос дает важную информацию, которая, в комбинации с симптомами и остальными лабораторными данными может помочь врачу в диагностике физиологических нарушений, связанных с отклонениями в общем метаболизме и метаболизме токсических элементов. Концентрация токсичных металлов в волосах может быть в несколько сотен раз выше, чем в моче и крови. Поэтому волосы – ткань, самая удобная для определения суммарной нагрузки на организм и недавнего контакта организма с цинком, алюминием, кадмием и т. д.

Принципиальными отличиями исследования элементного состава волос перед исследованием биологических жидкостей (кровь, моча)

являются [3, 4]: возможность обнаруживать употребление различных элементов в организме человека спустя недели, месяцы и даже годы после окончания приема; лекарственные и наркотические вещества в волосах не подвергаются метаболизму, поэтому возникает возможность обнаружения их в более отдаленные сроки, когда анализ биологических жидкостей дает отрицательный результат; возможность проследить во времени «историю» поступления веществ в организм; анализ волос по их длине позволяет определить время начала и конца приема того или иного вещества (хим. элемента и т. д.).

Требованиям оперативного химико-аналитического контроля объектов растительного и животного происхождения на содержание различных металлов наилучшим образом удовлетворяет лазерный атомно-эмиссионный многоканальный спектральный анализ с применением сдвоенных лазерных импульсов, отличающийся многоэлементностью, сравнительной простотой подготовки образцов и довольно низкими пределами обнаружения [6].

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. Спектрометр включает в себя в качестве источника возбуждения плазмы двухимпульсный неодимовый лазер с регулируемой энергией и интервалом между импульсами (модель LS2131 DM). Лазер обладает широкими возможностями как для регулировки энергии импульсов (от 10 до 80 мДж), так и временного интервала между импульсами (от 0 до 100 мкс). Длительность импульсов ≈ 15 нс.

Для выбора оптимальных лазерных параметров проведены исследования образцов при различных энергиях лазерных импульсов (30-60 мДж) и временных интервалах между ними (0–20 мкс) и проведены оценки влияния их на интенсивность линий магния, натрия, калия и кальция. В качестве примера на рисунке 1 приведены результаты обработки спектров образцов волос по их длине. Анализировались суммарные результаты действия 20 последовательных лазерных импульсов (энергия 58 и 42 мДж первый и второй импульсы, соответственно, и межимпульсный интервал 8 мкс) на точку для образцов волос, наклеенных на подложку из органического стекла. Натуральные образцы волос исследованы через один см (примерно соответствующий интервалу роста волос в один месяц).

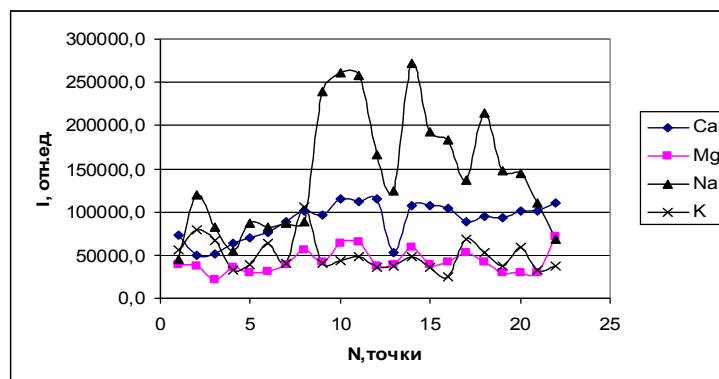


Рисунок 1 – Интенсивности спектральных линий Ca II (393,239 нм), Mg II (279,396 нм), Na (588,995 нм) и K (766,491 нм) в последовательных точках по длине волос человека

Для оценки динамики накопления металлов в организме необходимым условием является достоверная информация об их поступлении не только в настоящем, но и в прошлом. Для получения данных о поступлении металлов в организм в прошлом необходимо проводить ретроспективный анализ изменения содержания элементов, то есть восстановить историю поступления металлов в организм за длительные интервалы времени. Такие исследования помогают диагностировать хронические заболевания до клинических проявлений, проследить изменения метаболизма за определенный период и дать динамическую картину баланса веществ в организме. Так, к примеру, магний играет важную роль в формировании судорожной готовности. Метаболизм калия и магния тесно взаимосвязан. Клиническая гипомagneзиемия может возникать как вместе с гипокалиемией, так и осложнять уже существующий дефицит калия [3, 5].

На рисунке 2 приведены результаты обработки спектров образцов волос по кальцию того же человека спустя полгода.

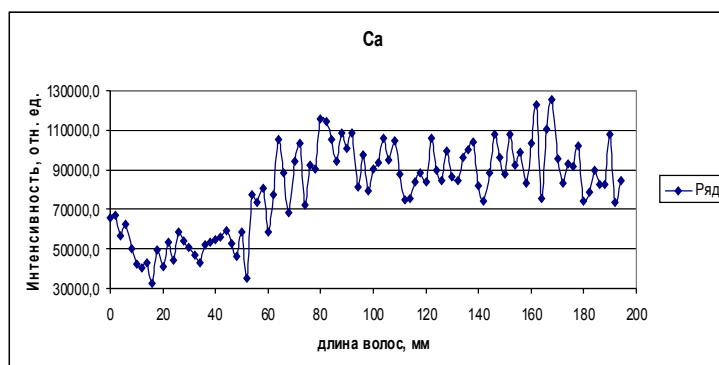


Рисунок 2 – Интенсивность спектральной линии Ca II (393,239 нм) в последовательных точках по длине волос человека спустя полгода (через 2 мм)

Методом лазерной атомно-эмиссионной спектрометрии, на примере анализа интенсивности линий Na, K, Ca и Mg в спектрах волос по их длине, показана возможность выявления наличия патологических процессов на пред клинической стадии, а это дает возможность искать причину существующего дисбаланса, целенаправленно подбирать биологически активные добавки или препараты, корректировать питание.

Анализ волос открывает новые перспективы для решения проблем со здоровьем, потому что выявляет нашу биохимическую индивидуальность. Такой неинвазивный способ получения биоматериала, не связанный с взятием проб крови и травматизацией может быть эффективно использован для диагностики здоровья как взрослых, так и детей. Такие исследования помогут диагностировать хронические заболевания до клинических проявлений, проследить изменения метаболизма за определенный период и дать динамическую картину баланса веществ в организме.

Работа выполнялась при частичной поддержке ГПНИ «Конвергенция» 3.3.02.2

Литература

1. Курец, Н.И. / Н.И. Курец // Ж. медицинские новости. – 2006. – Т. 7. – № 2.
2. Авцын, А.П. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. – М. – 1991.
3. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М. – 2004.
4. Скальный, А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение) / А.В. Скальный. – М. – 1999.
5. Гладких, Э.А. / Э.А. Гладких, Е.В. Полякова, О.В. Шуваева, Н.Ф.Бейзель // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 20. – № 4.
6. Сухов, Л.Т. Лазерный спектральный анализ / Л.Т. Сухов. – Новосибирск, 1990.