

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТРИЯ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ В ОБРАЗЦАХ ВОЛОС

*М.П. Патапович<sup>1</sup>, А.П. Зажогин<sup>1</sup>, Н.И. Нечипуренко<sup>2</sup>, И.Д. Пашиковская<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Белорусский государственный университет, пр-т Независимости, 4, БГУ, каф. ЛФиС, 220030, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2095348

E-mail: [zajogin\\_an@mail.ru](mailto:zajogin_an@mail.ru)

<sup>2</sup> РНПЦ неврологии и нейрохирургии, ул. Ф. Скорины, 24, РНПЦ НУН, 220114, Минск, Беларусь

The possibility to have retrospective estimates of concentration of Na by analysis of patient's hair using multichannel atomic-emission spectrometry with spectral excitation by double laser pulses before, during, and after the treatment is demonstrated. The technique enables monitoring of the variations in the elemental content and of the medical treatment dynamics offering timely corrections of the process. The obtained experimental data may form the basis for further studies in the field of early diagnostics of the disorders in functional reserves of a human organism and for the development of a system of rehabilitation measures.

К настоящему времени накоплены многочисленные научные данные, показывающие взаимосвязь между неадекватной обеспеченностью организма человека макро- и микронутриентами и возникновением различных заболеваний, характером их течения, клиническим прогнозом.

Патологическое состояние организма тесно связано с изменениями содержания химических элементов в биологических жидкостях, органах и тканях, что приводит к отклонениям в обменных процессах и нейрофизиологических функциях, нарушениям внутриклеточных и системных механизмов адаптации [1].

Связь макро- и микроэлементного статуса с возникновением и прогрессированием злокачественных опухолей привлекает особое внимание ученых. Этиологию и патологию некоторых онкологических заболеваний связывают как с действием ряда токсичных микроэлементов, так и в не меньшей степени с дефицитом эссенциальных микроэлементов. Как избыток, так и дефицит макро- и микроэлементов играют существенную роль в механизме заболеваний. Замечено, что Na, K, Mn, Fe, Zn и Se содержатся в сыворотке крови больных раком в субнормальных количествах, в то время, как уровень кальция обычно повышен, особенно при костных метастазах.

Доказано, что деформированный минеральный обмен не только вносит свой вклад в патогенез заболеваний, но и изменяет фармакокинетический и фармакодинамический ответ на лекарственное воздействие [2,3].

Несмотря на большое количество исследований, остается невыясненным еще целый ряд вопросов, касающихся процессов транслокации металлов и их соединений в природе и человеческом организме, накопления металлов в биологических тканях, их взаимодействия друг с другом, участия металлов и их комплексов в развитии патологии. Не отработаны многие методические вопросы донозологической (предболезненной) диагностики изменений в организме человека, способных повлечь за собой развитие патологических процессов, не разработаны гигиенические нормативы содержания химических элементов в биосредах человека, что не позволяет проводить корректную оценку риска здоровью [4].

Отсюда очевидна роль аналитических методов, способных не только надежно фиксировать уровень концентрации этих элементов в норме и патологии, но и следить за динамикой их взаимодействия в субстратах. В настоящее время имеется достаточно большой арсенал различных физико-химических методов анализа биологических объектов. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки и может быть использован для решения конкретной клинической задачи.

Становится все более очевидно, что при возникновении многих патологий возникает дисбаланс в распределении физиологически значимых макро- и микроэлементов

элементов. В связи с этим особое значение приобретает разработка методов ретроспективной оценки накопления и распределения некоторых химических элементов, как в организме человека, так и в объектах окружающей среды [5].

Решение этого вопроса поможет диагностике болезней, возникающих при различных видах стресса, приводящих к нарушению элементного обмена и проявившихся в виде заболевания в значительно более поздние сроки.

Натрий присутствует практически во всех органах, тканях и биологических жидкостях организма человека. Натрий играет важную роль в процессе внутриклеточного и межклеточного обмена. Вместе с калием натрий участвует в возникновении нервного импульса, играет роль в механизме кратковременной памяти, влияет на состояние мышечной и сердечно-сосудистой систем. Ионы натрия и хлора также играют важную роль в секреции соляной кислоты в желудке.

Дефицит натрия у питающегося сбалансированной пищей человека не встречается, однако некоторые проблемы могут возникнуть при вегетарианских диетах и голодании. Временный дефицит может быть вызван использованием мочегонных препаратов, поносом, обильным потением или избыточным употреблением воды. Симптомами нехватки натрия являются потеря веса, рвота, образование газов в желудочно-кишечном тракте и нарушение усвоения аминокислот и моносахаридов. Продолжительный дефицит вызывает мышечные судороги и невралгию [4].

Соотношение ионов натрия и калия выполняют два важных взаимосвязанных процесса: поддерживают постоянное осмотическое давление и постоянный объем жидкости. Потребление натрия в большом количестве ведет к потере калия. Поэтому сбалансированное поступление в организм этих веществ (калия и натрия) является особенно важным.

Для проведения ретроспективной оценки содержания ряда жизненно необходимых элементов в волосах 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). [6].

В ходе эксперимента были проведены исследования образцов при различных энергиях и временных интервалах между импульсами, что позволило подобрать оптимальные условия работы.

Центральной задачей любого исследования является правильный выбор биосубстратов. Волосы представляют собой ткань, состоящую из очень устойчивого белка — кератина, который образует слой волоса, устойчивый к действию внешних факторов. Волос не получает питания извне, все его строительные материалы поступают с кровью через луковицу и откладываются в стержне. Он не допускает проникновения внешних загрязнений внутрь волоса, а также предотвращает потерю внутренних компонентов, что обеспечивает постоянство химического состава волоса. Очень легко удаляются с волоса внешние загрязнения, что должно позволить получать хорошую повторяемость аналитических результатов. По мнению многочисленных авторов, возможность определения низких концентраций элементов в волосах является наилучшим методом оценки минерального состояния организма.

В медицинской диагностике развивается новый подход, основанный на выявлении нарушений баланса макро- и микроэлементов в организме человека за длительный период времени. Существующие методы исследования церебральной гемодинамики дают лишь косвенное представление о состоянии головного мозга. До сих пор участие макро- и микроэлементов в развитии острой церебральной ишемии не совсем ясно, что требует дальнейшего изучения роли химических элементов в развитии повреждений головного мозга и механизмах адаптации организма при данной патологии [4, 6].

В настоящей части работы сделан акцент на исследования ретроспективного количественного определения натрия у больных с церебральным инсультом, который среди причин смертности конкурирует с ишемической болезнью сердца и злокачественными новообразованиями [7].

Используя предварительно построенный градуировочный график, было выполнено количественное определение натрия в волосах ряда пациентов (рисунок 1).

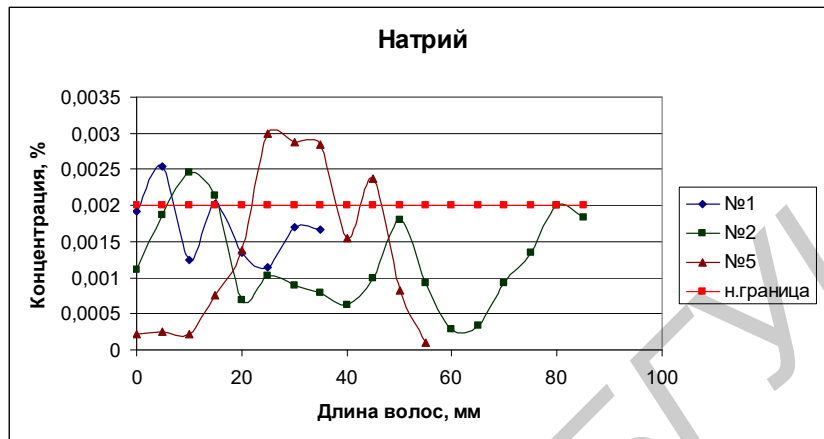


Рисунок 1 — Концентрация натрия по длине волос пациентов

Из полученных данных видно, что концентрация натрия по длине волос на протяжении длительного промежутка времени оказывается ниже нижней допустимой границы. Это может свидетельствовать о необходимости коррекции дальнейшего лечения или реабилитации пациентов.

Разработанная методика позволяет достоверно, с допустимой точностью определять концентрацию натрия в твердых биологических объектах.

#### Литература

1. Стресс. Адаптация. Репродуктивная система : монография / Н.А. Агаджанян, Д.И. Рыжаков, Т.Е. Потемина, И.В. Радыш ; Изд. организация Нижегородская государственная медицинская академия. — Н. Новгород : НижГМА, 2009. — 296 с.
2. Скальный, А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение) : практ. рук. для врачей и студентов мед. вузов / А.В. Скальный. — 2-е изд. — М. : КМК, 2001. — 96 с.
3. Скальный, А.В. Элементный состав волос как отражение сезонного колебания обеспеченности организма детей макро-, микроэлементами / А.В. Скальный, В.А. Демидов // Микроэлементы в медицине. — 2001. — Т. 2, вып.1. — С. 36-41.
4. Короткевич, Е.А. Клиническая эпидемиология опухолей головного мозга и этапная медицинская помощь нейроонкологическим пациентам / Е.А. Короткевич, А.Ф. Смянович, В.С. Терехов // Неврология и нейрохирургия в Беларуси. — 2010. — № 4. — С. 86-97.
5. Applications of the double-pulse laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) in the collinear beam geometry to the elemental analysis of different materials/ С. Gautier [et al]// Spectrochim. Acta B. — 2006. — Vol. 61, № 2. — P. 210-219.
6. Патапович, М.П. Атомно-эмиссионный спектрометрический анализ развития нарушения обмена макро- и микроэлементов в организме человека : дис. на соиск. уч. степ. канд. физ.-мат. наук : 01.04.05 / М.П. Патапович. — Минск, 2014. — 136 л.
7. Исследование динамики метаболизма макроэлементов в организме больных (ОМНК) методом лазерной атомно-эмиссионной спектрометрии волос по их длине / М.П. Патапович, И.Д. Пашковская, Лэ Тхи Ким Ань, Н.И. Нечипуренко, Ж.И. Булойчик, А.П. Зажогин // IV Конгресс физиков Беларуси : сборник науч. труд., Минск, 24–26 апреля 2013 г. / НАН Беларуси, Мин-во обр. РБ, Ин-т физ. им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Бел. гос. ун-т, Бел. физ. о-во, Бел. респуб. фонд фундам. иссл. ; редкол.: С.Я. Килин [и др.]. — Минск, 2013. — С. 363–364.