

CHEMISTRY

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОЛОСАХ СОТРУДНИКОВ ОДНОГО ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ г. ТБИЛИСИ

Енукидзе Л.Г.

К.х.н. старший научный сотрудник лаборатории электрохимии неводных растворов Института неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета им. Иване Джавахишвили

Грузия, Тбилиси.

Лоладзе Т.Ж.

Научный сотрудник лаборатории электрохимии неводных растворов Института неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе Тбилисского Государственного Университета им. Иване Джавахишвили

STUDY OF THE CONTENT OF SOME HEAVY METALS IN THE HAIR OF EMPLOYEES OF ONE OF THE CHEMICAL INSTITUTES OF TBILISI

Enukidze L.,

Candidate of Chemical Sciences, senior researcher of Laboratory of non-aqueous solutions of electrochemistry R.I. Agladze Institute of inorganic chemistry and electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Georgia, Tbilisi.

Loladze T.

Scientific Researcher of Laboratory of non-aqueous solutions of electrochemistry R. I. Agladze Institute of inorganic chemistry and electrochemistry of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Аннотация

Методом дифференциально-импульсной полярографии определено содержание некоторых тяжелых металлов в волосах сотрудников одного из химических институтов г.Тбилиси. Установлено, что почти во всех образцах содержание меди ниже нормы, установленной Всемирной организацией здравоохранения. Содержание свинца во всех образцах не превышает предельно допустимую концентрацию. Кадмий лишь в одном образце превышает предельно допустимую концентрацию. Содержание цинка почти во всех образцах выше нормы.

Abstract

The content of some heavy metals in the hair of employees of one of the chemical institutes in Tbilisi was determined by the method of differential-pulse polarography. It has been established that in almost all samples the copper content is below the norm established by the World Health Organization. The lead content in all samples does not exceed the maximum allowable concentration. Cadmium in only one sample exceeds the maximum allowable concentration. The zinc content in almost all samples is above the norm.

Ключевые слова: тяжелые металлы, волосы, здоровье, дифференциальная импульсная полярография, предельно допустимая концентрация.

Keywords: heavy metals, hair, health, differential pulse polarography, maximum allowable concentration.

В последние годы все больший интерес для выявления состояния обмена элементов в организме человека и влияния тяжелых металлов представляет исследование волос человека. Волосы являются наиболее доступным субстратом для такого рода исследований, а взятие проб является простым и безболезненным. Тяжелые металлы, попадающие в волосы в процессе их роста, не удаляются из них в дальнейшем, так как они обладают способностью накапливаться в организме человека. Содержание тяжелых металлов в волосах и других биологических средах в первую очередь зависит от фактического содержания их в рационе питания, а также от длительного контакта с этими элементами, например, на химическом производстве. Состав волос достаточно полно отражает содержание тяжелых металлов в организме человека [1-3].

Питательным источником растущих волос является кровь, которая содержит следы всего, что попадает в организм человека. Вещества, единожды включившись в обменный процесс, не вступают в обратную связь с организмом, откладываются в нем, оставляя «архив» для ретроспективного анализа жизнедеятельности организма в интересующий исследователя промежуток времени. Именно поэтому химический анализ волос в последние годы получил широкое распространение [4-7].

В организме человека содержатся практически все элементы из таблицы Менделеева. Некоторые из них представлены в огромных количествах, например, углерод, водород. Металлы также играют в жизнедеятельности человека важную роль, примером таких металлов являются медь, цинк, железо и т.д.

Некоторые тяжелые металлы определяются в организме в следовых количествах и не участвуют в обменных процессах. При превышении определенной концентрации ряда микроэлементов может развиваться отравление, которое способно привести к тяжелейшим осложнениям и даже к летальному исходу. Чаще всего накопление тяжелых металлов наблюдается в организме людей, непосредственно работающих с источниками этих элементов.

Поэтому представлял особый интерес проведение мониторинга содержания некоторых тяжелых металлов, в частности, меди, свинца, кадмия и цинка, в волосах сотрудников одного из химических институтов г.Тбилиси.

Измерения проводили на полярографе ПУ-1 в режиме дифференциально-импульсной полярографии с ртутным капельным электродом по трехэлектродной схеме в термостатированной ячейке.

Анализ меди (II), свинца (II), кадмия (II) и цинка (II) проводили по ранее нами разработанной методике [8]. Содержание микроэлементов в волосах человека определяли по сухому остатку в пересчете на 1г волос.

Всего нами был проведен анализ 35 образцов волос. В таблице 1 приведены результаты по содержанию перечисленных выше микроэлементов в пробах волос человека.

Таблица 1.

Результаты определения содержания Cu(II), Pb(II), Cd(II), Zn(II) в волосах сотрудников института г.Тбилиси.

образец #	Содержание металлов, мкг/г			
	Cu	Pb	Cd	Zn
1	3.50	0.35	0.29	343.93
2	7.06	0.68	0.56	437.91
3	2.73	0.33	0.23	359.98
4	4.18	0.00	0.00	319.70
5	1.53	0.12	0.00	153.84
6	5.23	0.00	0.00	303.53
7	4.95	0.00	0.00	330.40
8	13.53	0.00	0.00	503.75
9	5.28	0.00	0.00	377.86
10	3.39	0.00	0.00	354.38
11	3.30	0.00	0.00	340.50
12	6.39	0.00	0.00	278.52
13	5.76	0.00	0.00	251.33
14	4.38	0.00	0.00	454.83
15	6.09	0.37	0.38	353.41
16	7.25	0.29	0.00	375.11
17	4.47	0.00	0.00	386.03
18	4.61	0.00	0.00	441.16
19	5.60	0.52	0.30	272.35
20	5.40	0.00	0.00	329.83
21	3.50	1.08	0.00	122.26
22	4.29	0.02	0.01	368.77
23	5.80	0.10	1.46	337.40
24	5.19	3.33	0.00	225.97
25	5.92	0.68	0.56	382.45
26	9.01	2.55	0.00	489.10
27	3.43	0.00	0.00	393.86
28	4.05	0.61	0.94	372.56
29	4.14	0.00	0.00	473.62
30	5.95	0.72	0.56	353.80
31	3.74	0.39	0.02	383.59
32	4.94	0.52	0.43	138.28
33	2.88	0.50	0.20	199.92
34	3.20	0.00	0.00	163.87
35	5.70	0.00	0.00	260.00

В таблице 2 представлены, установленные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) данные по содержанию в волосах человека меди, свинца, кадмия и цинка.

Таблица 2.

Данные ВОЗ 1996г.

Металл	Волосы, мкг/г
Медь	9-30
Свинец	0-5,0
Кадмий	0-1,0
Цинк	120-200

Из таблицы 1 видно, что из 35 образцов в 32-х содержание меди колеблется в интервале 1,53-7,25 мкг/г, а это ниже физиологической нормы (9мкг/г). И только в двух образцах волос - составляет норму. Свинец в 17 образцах волос отсутствует вообще. В остальных пробах его значение колеблется от 0,1-3,35 мкг/г, что не превышает предельно допустимую концентрацию (5мкг/г). Следует отметить, что максимальное значение свинца - 3,35 мкг/г наблюдается у сотрудника, непосредственно работающего со свинцовыми электродами.

Что касается кадмия, он в незначительных количествах (не превышает предельно допустимую концентрацию 1 мкг/г) обнаружен в 11 образцах волос. И только в одной пробе несколько превышает предельно допустимую концентрацию (1,46 мкг/г). Как оказалось этот сотрудник приблизительно 10 лет тому назад работал с веществами, содержащими ионы кадмия (кадмий имеет отчетливую тенденцию к накоплению – период его полувыведения из организма составляет 10-35 лет) и к тому же был курящим.

Из данных табл. 1 видно, что содержание цинка в 30 образцах волос превышает верхнюю границу физиологической нормы (250 мкг/г). Такое высокое значение цинка, вероятно, объясняется

тем, что анализ волос проводился во время пандемии Covid-19, и многие люди в то время принимали специальные препараты, содержащие цинк. Столь высокое содержание цинка в образцах волос может объяснить низкое содержание меди почти во всех образцах, поскольку известно, что цинк и медь являются антагонистами друг друга. Это означает, что если значение одного из них слишком велико, уровень другого в организме будет низким, и наоборот. Таким образом, важно поддерживать оптимальные уровни и соотношения этих двух микроэлементов [9].

Как уже было отмечено выше, эксперимент был проведен во время пандемии Covid-19. Так что, полученные данные по меди и цинку были вполне ожидаемы. Кроме того, еще раз была подтверждена зависимость тяжелых металлов таких как, например, свинец и кадмий, от длительного контакта с ними.

В качестве иллюстраций, полученных нами экспериментальных данных, приведены рисунки 1 и 2. На рис.1 показано содержание меди в волосах, ниже указанной ВОЗ-ом нормы ($C_{Cu}=2,75$ мкг/г), на рис.2 - содержание цинка выше нормы ($C_{Zn}=340,5$ мкг/г).

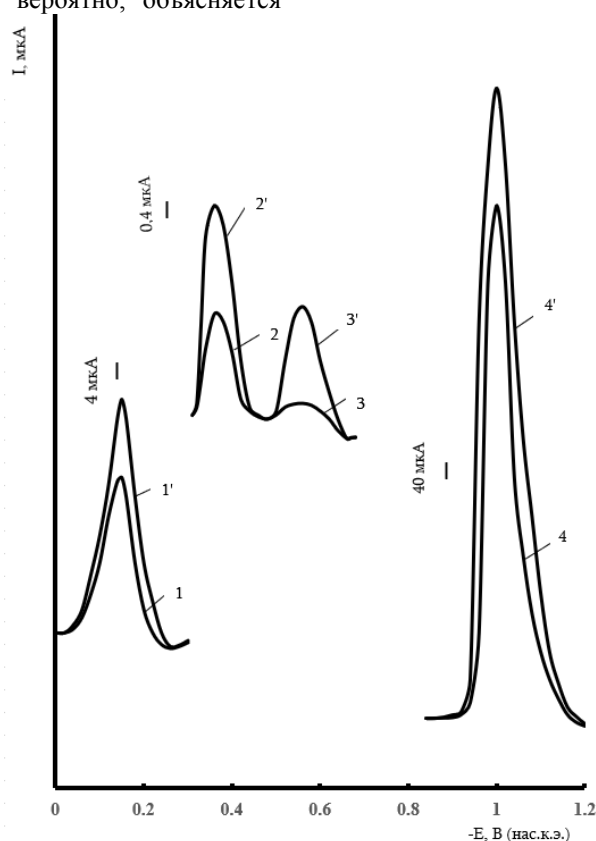


Рис.1: Полярограммы ионов меди, свинца, кадмия и цинка в 1 г волос человека в 0,1М растворе HCl: 1 – Cu(II); 2 – Pb(II); 3 – Cd(II); 4 – Zn(II); 1', 2', 3' и 4' - соответствующие стандарты.

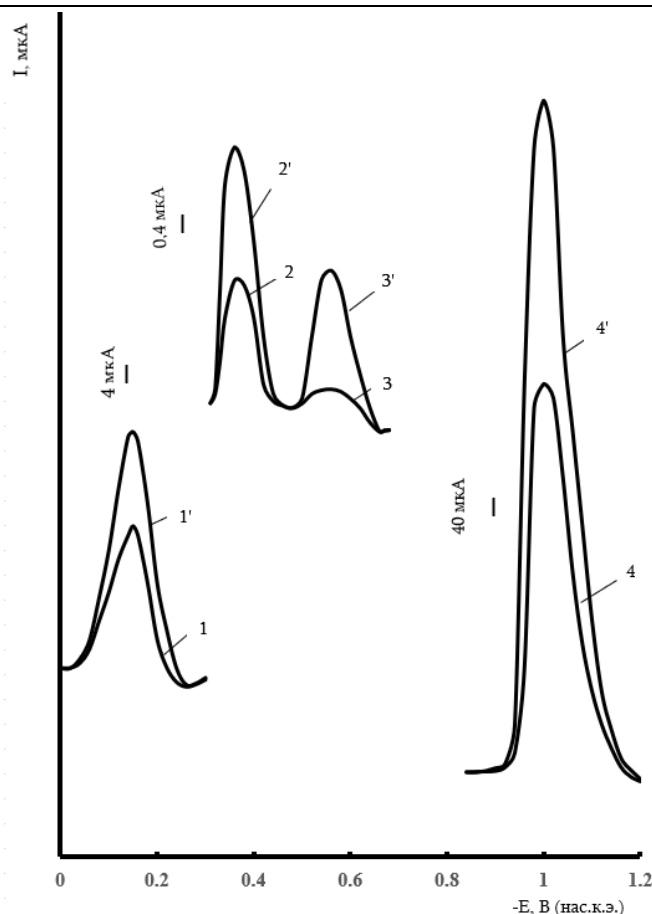


Рис.2: Полярограммы ионов меди, свинца, кадмия и цинка в 1 г волос человека в 0,1М растворе HCl:
1 – Cu(II); 2 – Pb(II); 3 – Cd(II); 4 – Zn(II); 1', 2', 3' и 4' - соответствующие стандарты.

Список литературы

1. Матвейко Н.П., Протасов С.К., Садовский В.К. Вестник Витебского государственного Технологического университета. Определение тяжелых металлов в волосах человека. 2013, №25, стр. 95-98
2. Горгошидзе Б.Е., Харисчаришвили И.З. Вопросы медицинской элементоологии и значение определения микроэлементов в биосубстратах для диагностики и профилактики заболеваний репродуктивной системы// Экспериментальная и клиническая медицина. - 2006. - №6 (31) - с.60-63.
3. Харисчаришвили И.З., Горгошидзе Б.Е. Анализ микроэлементного состава волос рентгенофлуоресцентным методом и его значение в деле диагностики заболеваний человека // Экспериментальная и клиническая медицина.-2006.-№7(32)-с.65-67.
4. Chojnacka K., Michalak I., Zielinska A. et al. Interrelationship between elements in human hair: the effect of gender// Ecotoxicol. Environ Saf. 2010. Vol. 73(8), p.2022-2028.
5. 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.

6. Seidel S., Kreutzer R., Smith D., McNeel S., Gilliss D. Assessment of commercial laboratories performing hair mineral analysis// JAMA. 2001.Vol. 285(1), p. 67-72.

7. Wang Ch.-T., Liu P. -A., Liu L. -Y., Chang W. -T. Concentrations of calcium, copper, iron, magnesium and zinc in young female hair with difference body mass index// Journal of Trace elements in Experimental Medicine. 2004. Vol.18, p.210-211.

8. Джапаридзе Дж.И., Шавгулидзе Н.В., Хавтаси Н.С., Енукидзе Л.Г., Харисчаришвили И.З., Кириленко Е.К., Гальченко С.Н. Определение тяжелых металлов в волосах человека методами дифференциальной импульсной полярографии и рентгеновской флуоресцентной спектроскопии. Ukrainian Journal of Occupational Health. 2008, 2(14), 58-63.

9. Status of essential elements in autism spectrum disorder: systematic review and meta-analysis. A. Saghazadeh [et al.]. Rev. Neurosci. 2017, 28 (7), 783-809.