

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К ТЕХНОГЕННУМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ МЕТАЛЛОВ КАК ФАКТОРОВ МАЛОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

NEW METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF HUMAN BODY ADAPTATION TO THE TECHNOGENIC INFLUENCE OF METALS AS THE FACTORS OF SMALL INTENSITY

И. Н. Андрусишина, И. А. Голуб, Е. Г. Лампека
I. Andusyshyna, I. Golub, E. Lampeka

*Государственное учреждение «Институт медицины труда им. Ю.И. Кундиева
Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев, Украина,
andrusyshyna.in@gmail.com*

*Governmental Institution «Yu. I. Kundiev Institute for Occupational Health
of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

Проблема адаптационных, предпатологических и патологических реакций организма на действие экзогенных химических веществ тесно переплетается с вопросами оценки нормы и колебаний. Избыток или недостаток определенных металлов в организме нарушает сбалансированность метаболических процессов и вызывает различные изменения эндокринной, иммунной, репродуктивной и других систем. Анализ адаптированности организма по показателям элементного дисбаланса (для 17 элементов) в крови и волосах показал зависимость от возраста обследованных, характера патологии эндокринной системы (аутоиммунный тиреоидит или сахарный диабет II типа), а также продолжительности профессионального контакта с тяжелыми металлами (Pb, Cr, Ag, Mn) у ювелиров, сварщиков и аккумуляторщиков.

The problem of adaptive, pre-pathological and pathological reactions of the body to the action of exogenous chemicals is closely intertwined with the issues of assessing norms and fluctuations. Excess or deficiency of certain metals in the body disrupts the balance of metabolic processes and causes various changes in the endocrine, immune, reproductive and other systems. Analysis of body's adaptability in terms of elemental imbalance (for 17 elements) in blood and hair showed the age dependence of the examined, the nature of endocrine system's pathology (autoimmune thyroiditis or type II diabetes mellitus) as well as the duration of professional contact with heavy metals (Pb, Cr, Ag, Mn) among jewelers, welders and battery workers.

Ключевые слова: адаптация, макро- и микроэлементы, патология эндокринной системы, производственное воздействие.

Keywords: adaptation, macro- and microelements, pathology of the endocrine system, production impact.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-35-38>

Хорошо известно, что ведущая роль в сохранении гомеостаза организма при формировании долговременной адаптации, в том числе при воздействии тяжелых металлов (далее – ТМ), принадлежит эндокринной системе. Проблема адаптационных, предпатологических и патологических реакций организма на действие экзогенных химических веществ тесно переплетается с вопросами оценки нормы и ее колебаний. Многочисленными научными данными установлено, что избыток или недостаток определенных макро- (далее – МаЭ) и микроэлементов (далее – МЭ) в организме нарушает сбалансированность метаболических процессов и вызывает различные изменения эндокринной, иммунной, репродуктивной и других систем, что может привести к сокращению продолжительности жизни [1; 2]. В связи с этим проводится поиск критериев ранней диагностики их негативного воздействия на организм. Исследование специфического действия металлов на органы и системы человека и животных стали предметом интенсивных исследований, проводимых в последние годы.

Установлено, что разнообразие функций щитовидной железы определяется эффективностью и совершенством работы «йодного насоса». Большие неорганические ионы (струмогены) могут выполнять роль ингибиторов транспорта йода. В соответствии со степенью своего влияния на щитовидную железу (далее – ЩЖ) они занимают одну из первых позиций [1; 2]. Эффекты действия этих струмогенов на молекулярном уровне могут проявляться в блокировании работы активных центров ряда металлосодержащих ферментов [3; 6]. Также исследователями обнаружено, что дисбаланс некоторых МЭ (V, Fe, Se, Mo, Cu, Ca) может приводить к угнетению работы ферментов, участвующих в синтезе гормонов щитовидной железы. Кроме того, некоторые струмогены могут блокировать работу кальцитонина (гормона щитовидной железы, который не содержит I⁻), который контролирует содержание Са и PO₄²⁻ в крови и участвует в формировании костной ткани [3].

В то же время дефицит микроэлементов играет большую роль в развитии сахарного диабета (далее – СД). Например, дефицит Mg в организме приводит к дисгликемии, увеличивая риск возникновения СД I типа. Нехватка этого элемента приводит к нарушению обмена Mn, отвечает за доставку к тканям инсулина. В последнее время стало известно, что дефицит ванадия также повышает риск заболевания диабетом. При дефиците Cr может развиться СД, спровоцированный избытком инсулина в крови [5; 6]. Отдельной оценки заслуживает роль Zn, содержащегося в тканях ПО, который участвует в синтезе инсулина, а значит, играет важную роль в нормализации уровня глюкозы в крови [2; 5]. Микроэлементы участвуют также в обмене аминокислот, которые регулируют содержание глюкозы, в частности, аргинина и таурина, нормализующих белковый обмен, и защищают от сосудистых поражений, заболевания почек и других осложнений СД [3; 6].

В последние годы для диагностики нарушений баланса МЭ и оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий применяются различные биологические среды, причем в некоторых случаях могут быть применены и неинвазивные материалы (волосы, ногти, слюна), адекватно отражающие нарушения минерального обмена [3–6]. Комплексный подход в оценке нарушений минерального обмена позволяет более точно оценить состояние предпатологии и установить диагноз.

Цель исследования – комплексная оценка элементного статуса у лиц, находящихся в состоянии повышенной активации и перерактивации.

Для иллюстрации комплексного подхода к оценке элементного статуса организма человека в качестве примера были проанализированы результаты, полученные при многоэлементном анализе волос и цельной крови различных групп обследованных. Для этого были сформированы 3 группы, среди которых выделена контрольная группа – волонтеры (20 человек в возрасте 25–45 лет), которые не имели признаков отклонения здоровья. Первую основную группу (возраст 30–35 лет) составили лица, имевшие клинически поставленный диагноз – патология щитовидной железы – гипертиреоз (27 человек) или патология поджелудочной железы – сахарный диабет II типа (17 человек). Вторую основную группу составили лица, которые имели историю профессионального контакта с металлами – электросварщики (23 человека), ювелиры (12 человек), аккумуляторщики (22 человека). Содержание 17 химических элементов (Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Ni, P, Pb, Se, V, Zn) в волосах и цельной крови определяли методом оптико-эмиссионной спектрометрии (ОЭС–ИСП) с индуктивно связанной аргонной плазмой, согласно МР 72.14/133.14 [3]. Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием пакета программ статистического анализа Statistica v.6.1., Microsoft Excel. Для количественной оценки степени резистентности организма к действию неблагоприятных условий окружающей среды рассчитывали степень адаптированности элементной системы организма к условиям окружающей среды:

$$A = n \Sigma Kk / N,$$

где A – степень адаптированности в усл. ед.;

n – число корреляционных связей между элементами с коэффициентом корреляции 0,5 и более;

Kk – сумма коэффициентов корреляции без учета знака;

N – число микроэлементов, объединенных в плеяды.

Интерпретация полученных результатов проводилась по Р.М. Баевскому и соавт., (2001) [4].

По мнению авторов [5; 6], одним из механизмов, обеспечивающих адекватный ход адаптационных перестроек, является увеличение числа внутри- и межсистемных связей как средство более надежного функционирования организма (или его отдельной системы) в случае каких-либо нарушений или поломки в одном из регуляторных звеньев. В этом случае, как было показано рядом физиологических исследований, происходит перераспределение функциональных нагрузок на другие системы организма, что компенсирует вызванные нарушения и не приводит к срыву адаптации, выраженным дисрегуляторными последствиями или патологии. Вместе с тем отмечают, что при значительном адаптационном напряжении корреляции между физиологическими параметрами растут, а в ходе успешной адаптации уменьшаются. То есть получается, что в ходе адаптации чем выше адаптированность, тем меньше корреляции, и, наоборот, чем больше напряжение, тем корреляции выше.

Установлено, что содержание МаЭ и МЭ в биологических средах, обследованных в ряде случаев, отвечал минимуму их физиологических уровней (для Pb, Zn, Cd, Mg, Se), оптимальным уровням (для Mn, Fe, Cu, Ni, Ca) и максимальным физиологическим уровням (для As и Al). Содержание МаЭ и МЭ в цельной крови и сыворотке обследованных лиц преимущественно соответствовало минимальным физиологическим уровням содержания элементов по сравнению с «условной нормой». Полученные референтные значения содержания элементов в цельной крови с учетом их поступления находятся в пределах физиологического минимума (или биологически допустимого уровня) для Ni и Cr, в пределах оптимума – для Pb, Cd и As и только для Mn обнаружено максимальное значение в цельной крови обследованных. Референтные значения МЭ в сыворотке крови обнаружены в пределах минимума для Mg, Ca, Cu, Se, для Fe – содержание было на грани физиологического оптимума и только для Zn выявлен максимальный уровень содержания. Содержание микроэлементов в волосах обследованных лиц в ряде случаев отвечало минимуму их физиологических уровней (для Pb, Zn, Cd, Mg, Se); для Mn, Fe, Cu, Ni, Ca выявлено оптимальное значение, но для As и для Al обнаружено содержание, отвечающее максимальным физиологическим уровням (см. Табл.).

Обращает на себя внимание более высокий уровень содержания в волосах кальция, магния, натрия, кобальта, хрома, марганца, алюминия у лиц с реакцией перерактивации. При этом были зафиксированы более низкие значения содержания мышьяка, меди, селена, цинка. Особого внимания заслуживает, на наш взгляд, тенденция

к более низкому содержанию в волосах свинца и кадмия. Таким образом, реакция переактивации, которая является неспецифической основой предболезни, чаще всего сопровождается повышением содержания в волосах макроэлементов (кальций, магний, натрий), условно жизненно необходимых элементов (ванадий) и некоторых эссенциальных химических элементов (кобальт, хром, марганец). В то же время, у лиц с реакцией переактивации отмечаются более низкие показатели содержания основных эссенциальных элементов (медь, селен, цинк).

Таблица – Референтные значения химических элементов в биологических средах человека

Химический элемент	Уровень загрузки металлом	Содержание химического элемента в волосах, мкг/г			Содержание химического элемента в цельной крови, мг/л		
		Диапазон в волосах	Контроль	Работающие*	Диапазон в цельной крови	Контроль	Работающие*
			Абсолютное количество, %	Абсолютное количество, %		Абсолютное количество, %	Абсолютное количество, %
Al	Оптимальное содержание (физиологическая норма)	0,4-10,00	48,39	27,50	0,1-0,20	71,42	41,59
	Допустимый уровень (носительство металла)	11-20	16,13	42,0	0,21-0,49	19,04	38,08
	Критический уровень (угрожающий здоровью)	21-80	25,81	30,50	0,50-0,90	9,54	20,33
Ag	Оптимальное содержание (физиологическая норма)	0,004-0,05	56,52	54,60	0,001-0,02	43,48	46,75
	Допустимый уровень (носительство металла)	0,06-0,10	30,43	26,95	0,02-0,03	52,17	48,20
	Критический уровень (угрожающий здоровью)	0,11-0,20	13,04	18,45	0,03-0,11	4,35	5,05
Cr	Оптимальное содержание (физиологическая норма)	0,002-0,5	53,33	39,80	0,001-0,02	45,45	40,50
	Допустимый уровень (носительство металла)	0,6-1,99	33,33	45,0	0,028-0,04	40,91	50,42
	Критический уровень (угрожающий здоровью)	2,0-6,0	13,33	15,20	0,05-0,20	4,54	9,08
Mn	Оптимальное содержание (физиологическая норма)	0,06-0,55	46,15	37,40	0,0002-0,075	84,0	53,83
	Допустимый уровень (носительство металла)	0,60-1,55	38,46	46,20	0,076-0,08	12,0	41,67
	Критический уровень (угрожающий здоровью)	1,60-9,64	15,38	16,40	0,08-0,10	4,0	4,50

*– Сварщики, аккумуляторщики, водители вместе.

Поскольку химические элементы обладают широким спектром синергических и антагонистических взаимоотношений в организме, был проведен анализ корреляционных связей между ними. В случае необходимости более детальной оценки нарушений элементного баланса в организме интерес представляет еще и изменение соотношения отдельных химических элементов, как фактор более высокого порядка, несущий дополнительную информацию при изучении влияния исходных показателей на метаболические процессы. Наиболее значимыми считаются соотношения Na/K, Ca/P, Ca/Mg, Cu/Zn, Cu/Fe, Ca/Pb, Fe/Pb. Характерно, что в структуре корреляционных плеяд в крови здоровых обследованных было выявлено 4 положительные сильные корреляционные связи ($r > |0,6|$, $p < 0,05$): Ca/Mg ($r = 0,77$), Mn/Zn (0,99), Cr/Ni (0,86), Al/Ca (0,86), в то время как в волосах зафиксировано 3 такие взаимосвязи: Ca/Mg (0,71), Mn/Zn (0,60), Pb/Zn (0,81).

Анализ адаптированности организма по показателям элементного дисбаланса в зависимости от возраста обследованных показал, что стадия напряжения характерна для лиц младшей возрастной группы (25–35 лет), что свидетельствует о формировании связей между элементами в биологических средах, а разрыв этих связей между элементами, обнаруженный в старшей возрастной группе (36–50 лет), свидетельствует о стадии адаптации. В условиях сложившейся патологии эндокринной системы (сахарный диабет или аутоиммунный тиреоидит) адаптация организма определялась как стадия напряжения и связана с длительностью заболевания. У лиц, подвергшихся профессиональному контакту с тяжелыми металлами (Mn, Cr, Pb, Ag), адаптация зависела от характера и продолжительности профессионального контакта с ними: наибольшее напряжение адаптационных процессов выявлено у ювелиров, а наименьшее у сварщиков и аккумуляторщиков, что сопряжено с продолжительностью профессионального контакта с этими металлами.

Оптимальное содержание металлов в крови составляет: Al – 0,2 мг/л, Ag – 0,02 мг/л, Cr – 0,02 мг/л, Mn – 0,038 мг/л; в волосах Al – 5, 20 мкг/г, Ag – 0,03 мкг/г, Cr – 0,80 мкг/г, Mn – 0,45 мкг/г. Для диагностики нарушений эндокринной системы рекомендуется, как наиболее информативными показателями, определять в волосах и цельной крови содержание K, Mg, Mn, Se, Zn при патологии щитовидной железы, а содержание Al, Cr, Zn, Mn при – сахарном диабете II типа.

Таким образом, следует отметить, что негативное влияние тяжелых металлов на организм обусловлено их комбинированным действием и носит разнонаправленный характер. Последнее может проявляться как напряжением регуляторно-адаптационных процессов, так и клиническими проявлениями патологических изменений отдельных органов и систем. Прогнозирование степени тяжести течения патологического процесса (эндокринная патология или профессиональный контакт) возможно при установлении динамических количественных параметров соотношения элементов, в инвазивных и неинвазивных диагностических биосубстратах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Химическая безопасность в Украине. Ежегодные чтения, посвященные памяти Е. И. Гончарука; под ред. Ю. И. Кундиева, И. М. Трахтенберга. Киев : Авиценна, 2007. –71 с.
2. Профілактична токсикологія та медична екологія. Вибрані лекції для науковці, лікарів та студентів; під ред. акад. І. М. Трахтенберга. Київ : Авіцена, 2011.– 320 с.
3. Методичні рекомендації 72.14/133.14: Оцінка порушень мінерального обміну у професійних контингентів за допомогою методу атомно-емісійної спектроскопії з індуктивно зв'язаною плазмою. І. М. Андрусишина, О. Г. Лампека, І. О. Голуб та ін. Київ : ВД «Авіцена», 2014.– 60 с.
4. Баевский Р.М., Максимов А.Л., Берсенева А.П. Основы экологической валеологии человека. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2001. – 267 с.
5. Луговая Е. А., Степанова Е. М., Горбачев А. Л. Подходы к оценке элементного статуса организма человека. Микроэлементы в медицине. – 2015. – № 16 (2). – С. 10–17.
6. Плахова Л. В., Вишневская Н. Л., Карелин А. О. Разработка критериальных подходов к установлению региональных фоновых уровней содержания химических соединений в биосредах. Проблемы региональной экологии. – 2011.– № 3.– С. 18–21.

УНИЧТОЖЕНИЕ КОШЕК: НОРМА ИЛИ ФАТАЛЬНАЯ ОШИБКА? DESTRUCTION OF CATS: NORM OR FATAL ERROR?

П. Н. Артемьев¹, Т. П. Сергеева², Е. Т. Титова¹
P. Artemiev¹, T. Sergeeva², E. Titova¹

¹ООЗЖ «Зоосвет», г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
sergeeva.t57@gmail.com

¹PAAP "ZOOSVET", Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus

Приводятся убедительные аргументы об экологической значимости кошек, их роли в уничтожении и регулировании численности животных, вызывающих эпизоотии. Высказывается мысль о необходимости изменения ситуации в целом и ее переоценке чиновниками в области санитарии, эпидемиологии и здравоохранения. Проблему необходимо рассматривать и в нравственном аспекте.

There have been given convincing arguments about the ecological importance of cats, its role in the destruction and regulation of the number of animals causing epizootics. It is suggested that there is a need to change the situation as a whole and to re-evaluate it by officials in the field of sanitation, epidemiology and public health. The problem must also be considered in a moral aspect.

Ключевые слова: бездомные животные, роль кошки, крысиный дерматит, переносчики, дератизация, экологическая среда, этика отношений.

Keywords: homeless animals, the role of cats, rat dermatitis, carriers, deratization, ecological environment, ethics relations.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2020-1-38-41>

Речь идет о наболевшей и все еще не решенной проблеме бездомных животных. Мы обращались в Парламент, Мингорисполком, в СМИ, Администрацию Президента Республики Беларусь, Совет Министров Республики Беларусь, различные ведомства и другие органы государственного управления, где могли бы (при желании) решить все вопросы, связанные с данной проблемой. Эти вопросы давно решены почти повсюду, но, к сожалению, не в Беларуси. Мы – это часть белорусского общества, включающая все слои (возрастные, профессиональные, конфессиональные, национальные), которые не равнодушны к положению бездомных животных. Усилий было