

Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*

Published in the Russian Federation
Russian Journal of Biological Research
Has been issued since 2014.
ISSN: 2409-4536
E-ISSN: 2413-7413
Vol. 6, Is. 4, pp. 222-226, 2015

DOI: 10.13187/ejbr.2015.6.222
www.ejournal23.com



UDC 616 - 099: 547. 56

Dynamics of Bioelements Contents of Organs and Tissues of Animals Organism under Influence of Xenobiotics

Svetlana A. Nakonechnaya

V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine
61022, Kharkov, Svobody Sq. 6
PhD (Biology), associate professor of human anatomy department
E-mail: svetmedic2015@yandex.ru

Abstract

The content of bioelements in the heart, liver, kidneys, adrenals, spleen, serum of blood in the prolonged experiment was studied on white rats after 45 days of poisoning info mouth with water based liquids of neonols 1/100 and 1/10 DL₅₀. The results talk about the breach of adaptation of organisms to harmful influence of xenobiotics.

Keywords: bioelements, metalloenzymes, xenobiotics, homeostasis, stress, adaptation, stabilization, rats of the Vistar population.

Введение

Многие заболевания человека сопровождаются или вызваны нарушением биоэлементного баланса организма [1]. Причиной дисбаланса могут быть различные экзогенные факторы, в том числе и токсические химические соединения, в частности синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые являются одними из самых распространённых загрязнителей поверхностных и подземных источников водоснабжения. Низкая эффективность очистки воды от ПАВ на современных очистных сооружениях, техногенные катастрофы являются причиной появления ксенобиотиков в питьевой воде, что естественно влияет на здоровье населения [2]. Вследствие этого сравнительная оценка специфических изменений фонда биоэлементов организма представляет большой интерес для изучения перестройки регуляции организма непосредственно на клеточном, гуморальном, органном, организменном уровнях под действием вредных факторов окружающей среды [3, 4]. На современном этапе развития представлений об адаптации обнаружено, что обратная реакция на последовательные множественные влияния стресс-факторов зависит от накопления данным организмом в процессе адаптации метаболической памяти [5]. Таким образом, формируется стрессовое состояние в организме, которое модулирует физиологические функции в связи с вновь создавшимися условиями существования [6].

Материалы и методы

Изучали содержание биоэлементов в сердце, печени, почках, надпочечниках, селезёнке, сыворотке крови половозрелых крыс (самцов) популяции Вистар, подвергавшихся

воздействию новых групп ПАВ в подостром эксперименте. Вещества на основе оксигетилированных алкил- и изононилфенолов марок АФ 9-12 и АФС 9-6 КМ вводили ежедневно утром натощак с помощью металлического зонда перорально в дозах 1/10 и 1/100 DL₅₀ в течение 45 суток. Элементный состав определяли атомно-абсорбционным методом, основанным на определении поглощения света атомами определённого макро- или микроэлемента, находящимися в газообразном состоянии. Для испарения элементов использовали пламя газовой горелки. Наличие и количество элемента определяли по степени поглощения света с определённой длиной волны, которую поглощает анализируемый элемент [7]. Для проведения анализа микроэлементов органы и ткани подвергали предварительному озолению и экстрагированию по Е.А. Лойко и Г.О. Бабенко [8, 9]. Полученный экстракт подавали в спектрофотометр и с его помощью определяли содержание биоэлементов. Полученные результаты сравнивали с результатами эталонных образцов. Исследовали такие элементы: Na, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, то есть те, которые выполняют кофакторную функцию и обеспечивают каталитическую активность многих ферментов, таких как Ca²⁺, Mg²⁺-зависимые АТФазы, K⁺, Na⁺-зависимые АТФазы, моноаминоксидаза, цитохромоксидаза, церулоплазмин, лактатдегидрогеназа, малатдегидрогеназа, сукцинатдегидрогеназа, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, каталаза, пероксидаза. Достоверность результатов оценивали с помощью t = критерия Стьюдента. Величину p < 0,05 считали статистически значимой.

Обсуждение результатов

Результаты опытов показали, что неонолы групп АФ 9-12 и АФС 9-6 КМ, действуя на организм, приводят, в основном, к перераспределению биоэлементов в органах и тканях экспериментальных животных.

Динамика содержания биоэлементного состава в организме белых крыс под влиянием ксенобиотиков в дозе 1/100 DL₅₀ (мг/100 г ткани)

Орган	Группы животных	Микроэлементы, (M ± m)						
		K	Na	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe
Сыворотка крови	Опыт	8,33 ±0,56*	145,01 ±8,37*	3,67 ±0,35*	1,77 ±0,18	63,41 ±4,23*	17,22 ±0,87	53,75 ±2,37*
	Контроль	6,82 ±0,25	100,42 ±2,6	2,92 ±0,1	1,47 ±0,03	46,43 ±0,79	15,91 ±0,29	40,30 ±2,53
Печень	Опыт	6,98 ±0,23*	8,75 ±0,35	3,55 ±0,23*	4,95 ±0,45*	9,35 ±0,45	0,82 ±0,13	1,15 ±0,09
	Контроль	8,27 ±0,25	8,80 ±0,46	4,37 ±0,19	6,67 ±0,27	9,85 ±0,37	0,81 ±0,04	1,26 ±0,05
Надпочечники	Опыт	2,43 ±0,35	267,52 ±7,85	29,32 ±2,33	34,73 ±1,35	51,22 ±2,43	30,90 ±2,57*	8,75 ±0,43
	Контроль	2,35 ±0,06	271,01 ±7,70	29,61 ±1,8	35,72 ±2,82	48,23 ±1,82	37,74 ±1,76	9,02 ±0,46
Почки	Опыт	2,53 ±0,05	213,74 ±8,67*	2,60 ±0,09	4,93 ±0,08	17,33 ±1,77	0,56 ±0,06	8,00 ±0,43
	Контроль	2,63 ±0,06	255,01 ±4,6	2,60 ±0,08	4,85 ±0,06	17,72 ±1,67	0,54 ±0,03	7,78 ±0,36
Сердце	Опыт	4,27 ±0,25	3,66 ±0,27	1,63 ±0,07	5,01 ±0,1*	0,53 ±0,05	2,55 ±0,07	25,33 ±1,73
	Контроль	4,39 ±0,5	3,84 ±0,19	1,67 ±0,06	4,46 ±0,13	0,75 ±0,04	2,60 ±0,02	23,12 ±2,09
Селезёнка	Опыт	2,14 ±0,22	0,83 ±0,07	2,17 ±0,13*	1,36 ±0,07	0,37 ±0,03	2,00 ±0,05	9,96 ±0,55
	Контроль	2,14 ±0,08	0,82 ±0,04	2,81 ±0,03	1,38 ±0,03	0,36 ±0,03	2,65 ±0,02	10,01 ±0,49

* Отличие от контроля достоверно (p < 0,05)

Более значимые изменения динамики микроэлементов обнаружены под влиянием АФС 9-6 КМ, который повышал в сыворотке крови содержание K^+ на 22 %, Na^+ на 44 %, Ca^{2+} на 26 %, Mg^{2+} на 20 %, Cu^{2+} на 36,5 %, Zn^{2+} на 8 %, Fe^{3+} на 33 % (таблица). Изменения фонда биогенных элементов могут объясняться способностью детергентов к комплексообразованию с макро- и микроэлементами и последующим перераспределением этих веществ в клетках, тканях и организме в целом. Нарушения натрий-калиевого гомеостаза могут приводить к изменениям электрохимического градиента и связанных с ним клеточных процессов; гиперкалиемия может быть причиной угнетения сердечно-сосудистой системы, что было характерно для сыворотки крови экспериментальных животных. При изменении содержания ионов натрия в организме происходят нарушения функций нервной системы, гладких и скелетных мышц.

В печени обнаружено снижение содержания K^+ на 15,6 %, Mg^{2+} на 25,8 %. С нарушением магниевого гомеостаза может существенно изменяться ряд ферментативных процессов – окислительное фосфорилирование, аденилатциклязный каскад, протеосинтез, что нашло подтверждение в исследованиях [10, 11]; а так же может нарушаться работа Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+ , K^+ АТФ-зависимых транспортных белков плазматической, митохондриальной мембраны и эндоплазматической сети, которые осуществляют трансмембранный перенос двух- и одновалентных ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ и протонов, вследствие чего электрохимические градиенты поддерживаются на уровне функционирования клеток в норме [12, 13]. Увеличение содержания Ca^{2+} тормозит образование гормонов паратирин и кальцитриола, причём одновременно возрастает количество неактивных продуктов метаболизма этого соединения. С помощью Ca^{2+} и путём фосфорилирования осуществляется регуляция ряда ключевых ферментов метаболизма: гликогенсинтазы, глицерол-3-фосфатдегидрогеназы, пируватдегидрогеназы, пируваткиназы, пируваткарбоксилазы и др. [1]. Снижение уровня Ca^{2+} наблюдалось в печени на 18,8 % и селезёнке на 22,3 % на фоне снижения активности ферментов в печени Ca^{2+} -зависимой АТФазы на 14 % и Mg^{2+} -зависимой АТФазы на 22,7 %, в почках соответственно на 21 % и 35,5 %. Снижение активности данных ферментов свидетельствует о нарушении структурно-функционального состояния мембран и срыве защитных механизмов под действием токсических веществ, которые являются стрессорным фактором для организма. Снижение содержания Cu^{2+} на 29,3 % в органах и тканях явилось одной из причин инактивации моноаминоксидазы, что, в свою очередь, может привести к уменьшению дезинтоксикации протеиногенных аминов, нарушению процессов дыхания и окислительного фосфорилирования, а также нарушению обмена биогенных моноаминов, которые являются медиаторами действия регуляторных систем. При действии неонов снижалась активность и других медьсодержащих ферментов – церулоплазмينا и цитохромоксидазы, которые играют большую роль в окислительно-восстановительных процессах в организме.

Некоторые дегидрогеназы, функционирующие с никотинамидными коферментами, содержат ион цинка, в частности алкогольдегидрогеназа печени и глицеральдегид-3-фосфатдегидрогеназа скелетных мышц [1]. Повышение содержания данного иона в сыворотке крови свидетельствует о высвобождении его из описанных ферментов и их дисфункции. Снижение содержания Zn^{2+} в надпочечниках на 18,1 % и в селезёнке на 24,5 % может свидетельствовать о ингибировании активности цинксодержащих ферментов в данных органах.

В надпочечниках отмечено снижение содержания Fe^{3+} и снижение активности железосодержащих ферментов: пероксидазы на 12,3 %, каталазы на 41 %, глутатионпероксидазы на 31,1 %. Действием этих ферментов регулируется разложение перекиси водорода восстановленным глутатионом в эритроцитах. И таким образом обеспечивается защита липидов мембран и гемоглобина от окисления перекисями [14, 15]. При изменении уровня Fe^{3+} изменяется активность фермента сукцинатдегидрогеназы, которая переносит восстановленные эквиваленты от субстрата непосредственно на дыхательную цепь, катализирует первое дегидрирование сукцината в цикле трикарбоновых кислот, тем самым участвуя в обеспечении окислительно-восстановительных процессов [1].

Выводы

Оксиэтилированные алкил- и изононилфенолы в дозах 1/10 и 1/100 ДЛ₅₀ снижают содержание биоэлементов, что влечет за собой изменение активности металлоферментов во внутренних органах. Это подтверждает существование комплекса взаимосвязанных механизмов снижения и перераспределения биоэлементов в органах и тканях под воздействием ксенобиотиков. В большей степени нарушение фонда биоэлементов обнаруживалось в печени и сыворотке крови, что тесно коррелирует с активностью металлоферментов в органах и тканях.

Примечания:

1. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуел В. Биохимия человека. М.: Мир, 2004. 795 с.
2. Волощенко О.И., Мудрый И.В. Гигиеническое значение поверхностно-активных веществ. К.: Здоров'я, 1991. 174 с.
3. Жуков В.И., Зовский В.Н., Евтушенко Л.Г. Изменения содержания микроэлементов и некоторых биохимических показателей организма лабораторных животных при воздействии простых полиэфиров. Гигиена внешней и производственной среды. Харьков, 1984: С. 36-38.
4. Бондаренко Л.А., Волина В.В., Жуков В.И., Зовский В.Н. Гигиеническая оценка фонда микроэлементов при воздействии на организм макроциклических и простых полиэфиров. Актуальные вопросы экологии, гигиены и организации санитарного дела. Матер. городск. научн.-практич. конф. Харьков, 1993: С. 46-48.
5. Возможная роль «метаболической памяти» в формировании ответной реакции на стресс – факторы у молодых и взрослых организмов / А.И. Божков, В.Л. Длубовская, Ю.В. Дмитриев и др. // Успехи геронтологии. 2009. Т. 22, № 2. С. 259–268.
6. Филаретова Л. П. Стресс в физиологических исследованиях. / Л.П. Филаретова // Физиологический журнал. 2010. Т. 96, №9. С. 924–935.
7. Брицке М.Е. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. М.: Химия, 1982. 280 с.
8. Лойко Е.А. Спектрохимическое определение микроэлементов в сыворотке и моче. Лаб. дело 1967; № 7: С. 403-406.
9. Бабенко Г.О. Визначення мікроелементів і металоферментів у клінічних лабораторіях. К.: Здоров'я, 1968. 136 с.
10. Зубкова Л.П., Боженко А.И., Долматов С.И. Возрастные особенности регуляции минерального обмена у человека. Нефрология 2002; Т. 6, № 3: С. 60-63.
11. Бандурин О.Ю. Микроэлементный состав желчи при патологии желчного пузыря. Лаб. диагностика 2006; №2 (36): С.17-20.
12. Векліч Т.О., Шкрабак О.А., Костерін С.О. Вплив поліамінів на активність Mg²⁺ - залежних АТФ-гідролаз плазматичної мембрани клітин міомеріа. Укр. біохім. журн. 2007; Т.79, № 1: С.46-51.
13. Лабинцева Р.Д., Слінченко Н.М., Векліч Т.О. та ін. Порівняльне дослідження впливу каліксаренів на Mg²⁺-залежні АТФ-гідролазні ферментативні системи гладеньком'язових клітин матки. Укр. біохім. журн. 2007; Т.79, № 3: С. 44-54.
14. Журнаджянц В.А., Зайцев И.В. Микроэлементы как один из показателей нарушения обменных процессов. Рос. гастроэнтерол. журн. 2000; № 4: С. 113-118.
15. М'ясоєдов В.В. Вміст біогенних елементів в органах та тканинах щурів, токсикованих синтезованими поверхнево-активними речовинами. Буковинськ. мед. вісник 2000; Т.4, №3: С.206-212.

References:

1. Marri R., Grenner D., Meies P., Roduel V. Biokhimiya cheloveka. M.: Mir, 2004. 795 s.
2. Voloshchenko O.I., Mudryi I.V. Gigenicheskoe znachenie poverkhnostno-aktivnykh veshchestv. K.: Zdorov'ya, 1991. 174 s.
3. Zhukov V.I., Zovskii V.N., Evtushenko L.G. Izmeneniya soderzhaniya mikroelementov i nekotorykh biokhimicheskikh pokazatelei organizma laboratornykh zhyvotnykh pri vozdeistvii prostykh poliefirov. Gigena vneshnei i proizvodstvennoi sredy. Khar'kov, 1984: S. 36-38.

4. Bondarenko L.A., Volina V.V., Zhukov V.I., Zovskii V.N. Gigienicheskaya otsenka fonda mikroelementov pri vozdeistvii na organizm makrotsiklicheskih i prostykh poliefirov. Aktual'nye voprosy ekologii, gigieny i organizatsii sanitarnogo dela. Mater. gorodsk. nauchn.-praktich. konf. Khar'kov, 1993: S. 46-48.
5. Vozmozhnaya rol' «metabolicheskoi pamyati» v formirovanii otvetnoi reaktsii na stress – faktory u molodykh i vzroslykh organizmov / A.I. Bozhkov, V. L. Dlubovskaya, Yu. V. Dmitriev i dr. // Uspekhi gerontologii. 2009. T. 22, № 2. S. 259–268.
6. Filaretova L. P. Stress v fiziologicheskikh issledovaniyakh. / L.P. Filaretova // Fiziologicheskii zhurnal. 2010. T. 96, №9. S. 924–935.
7. Britske M.E. Atomno-absorbtsionnyi spektrokhimicheskii analiz. M.: Khimiya, 1982. 280 s.
8. Loiko E.A. Spektrokhimicheskoe opredelenie mikroelementov v syvorotke i moche. Lab. delo 1967; № 7: S. 403-406.
9. Babenko G.O. Vznachennyya mikroelementiv i metalofermentiv u klinichnikh laboratoriyakh. K.: Zdorov'ya, 1968. 136 s.
10. Zubkova L.P., Bozhenko A.I., Dolomatov S.I. Vozrastnye osobennosti regulyatsii mineral'nogo obmena u cheloveka. Nefrologiya 2002; T. 6, № 3: S. 60-63.
11. Bandurin O.Yu. Mikroelementnyi sostav zhelchi pri patologii zhelchnogo puzyrya. Lab. diagnostika 2006; №2 (36): S.17-20.
12. Veklich T.O., Shkrabak O.A., Kosterin S.O. Vpliv poliaminiv na aktivnist' Mg²⁺ - zaleznykh ATF-gidrolaz plazmatichnoi membrani klitin miometriya. Ukr. biokhim. zhurn. 2007; T.79, № 1: S.46-51.
13. Labintseva R.D., Slinchenko N.M., Veklich T.O. ta in. Porivnyal'ne doslidzhennyya vplivu kaliksareniv na Mg²⁺-zalezny ATF-gidrolazni fermentativni sistemi gladen'kom'yazovykh klitin matki. Ukr. biokhim. zhurn. 2007; T.79, № 3: S.44-54.
14. Zurnadzh'yants V.A., Zaitsev I.V. Mikroelementy kak odin iz pokazatelei narusheniya obmennykh protsessov. Ros. gastroenterol. zhurn. 2000; № 4: S.113-118.
15. M'yasoedov V.V. Vmist biogennikh elementiv v organakh ta tkaninakh shchuriv, toksikovykh sintezovanimi poverkhnevo-aktivnimy rehovinami. Bukovins'k. med. visnik 2000; T.4, №3: S.206-212.

УДК 616 - 099: 547. 56

Динамика биоэлементного состава тканей и органов животного организма при действии ксенобиотиков

Светлана Анатольевна Наконечная

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Украина
61022, г. Харьков, пл. Свободы, 6
Кандидат биологических наук, доцент
E-mail: svetmedic2015@yandex.ru

Аннотация. Исследован состав биоэлементов в сердце, печени, почках, надпочечниках, селезёнке, сыворотке крови в подостром опыте на белых крысах популяции Вистар после 45 суточной пероральной заправки водными растворами 1/10 и 1/100 ДЛ₅₀ неонолов. Выявлено, что под пролонгированным действием ксенобиотиков снижается содержание микроэлементов в органах и тканях организма, что свидетельствует о нарушении адаптации организма к вредному воздействию ксенобиотиков. Но в продолжении эксперимента организм животных выходит на уровень стабилизации параметров биоэлементного состава.

Ключевые слова: биоэлементы, металлоферменты, ксенобиотики, гомеостаз, стресс, адаптация, стабилизация, крысы популяции Вистар.