

DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-6

ВЛИЯНИЕ АСПАРАГИНАТА ХРОМА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

О.В. Баранова¹, Е.В. Шейда^{1,2}, О.В. Кван^{1,2}, Э.Ф. Гатауллина¹¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»,
Российская Федерация, 460018, Оренбург, пр. Победы, 13² Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
Российская Федерация, 460000, Оренбург, ул. 9 Января, 29

РЕЗЮМЕ. Представлены результаты элементного анализа тканей и оценка обменных пулов химических элементов в головном мозге животных по 25 химическим элементам. Установлено нарушение минерального обмена как токсичных и эссенциальных, так и макроэлементов при включении в рацион аспарагината хрома. Экспериментальные исследования проводили на 80 белых крысах-самцах Wistar массой 110–120 г. Препарат вводили *per os*, замешивая в корм перед подачей животным, находящимся на стандартной диете. В соответствии с рекомендациями производителя и суточной потребности организма в хrome, были сформированы группы получавшие аспарагинат хрома в дозировках, соответствующих 100% потребности, на 50% ниже и на 50% выше суточной потребности в данном элементе, при этом дозы хрома составили 1,1; 0,6 и 1,7 мг/кг соответственно. У животных, получавших дополнительно с рационом аспарагинат хрома, в гиппокампе наблюдалось снижение концентрации эссенциальных макроэлементов, однако при этом отмечено и выведение токсичных элементов, в частности олова и кадмия. В головном мозге крыс при включении различных доз хрома выявлено накопление йода, кремния и магния. Таким образом, полученные в результате исследования данные свидетельствуют о перераспределении химических элементов в гиппокампе лабораторных животных в условиях дополнительного введения в рацион лабораторным животным органической формы хрома.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: хром, аспарагинаты, элементный обмен, головной мозг, крысы.

Для цитирования: Баранова О.В., Шейда Е.В., Кван О.В., Гатауллина Э.Ф. Влияние аспарагината хрома на концентрацию химических элементов в головном мозге лабораторных животных. Микроэлементы в медицине. 2024;25(2):15–18. DOI: 10.19112/2413-6174-2024-25-2-6.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с высокими темпами развития промышленной деятельности велико наличие разнообразных удобрений для сельскохозяйственной деятельности, химических веществ, фармацевтических препаратов, а также промышленных отходов, загрязняющих окружающую среду, поэтому ксенобиотики встречаются практически везде, а значит, вероятность их попадания в организм всегда высокая (Naveen et al., 2021).

Химические элементы, такие как свинец, хром, железо, кобальт, медь, ртуть, таллий, сурьма, способны накапливаться в организме, проникая через пищеварительную систему. Многие из этих препаратов необходимы организму для его нормального функционирования, однако их содержание не должно превышать тысячной доли процента, а повышенное содержание таких препаратов в результате высокой дозы поступления или постепенного накопления приводит к негативным последствиям (Зинина, 2001).

Хром (Cr), как один из важнейших микроэлементов в организме человека, связан с активностью фактора толерантности к глюкозе; оказывает положительное влияние на непереносимость глюкозы и резистентность к инсулину (Ali et al., 2011); участвует в метаболизме глюкозы, липидов, белков и нуклеиновых кислот (Sharma et al., 2011; Vincent, 2019). Пиколинат хрома (CP) представляет собой разновидность органического хрома с хорошей стабильностью. CP оказывает влияние на снижение уровня глюкозы в крови, ослабление окислительного стресса, снижение уровня липидов в крови, улучшение сердечно-сосудистых заболеваний и способствует снижению веса (Sundaram et al., 2013; Tian et al., 2013; Khodavirdipour et al., 2020; Gossa et al., 2023; Moreira et al., 2023).

Ц е л ь и с с л е д о в а н и я – оценка элементного анализа тканей и обменных пулов химических элементов в головном мозге лабораторных животных при дополнительном включении в рацион аспарагината хрома.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – органическая форма хрома (1 таблетка содержит хрома 0,2 мг., ООО «В-МИН», Московская область, Россия).

Биомоделями служили крысы-самцы Wistar массой 110–120 г., 80 голов. Животные содержались в условиях экспериментально-биологической клиники ФГБОУ ВО Оренбургского государственного университета на стандартной диете для лабораторных животных (ГОСТ Р 50258-92) согласно правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ (ГОСТ 3 51000.3-96).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996). При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества образцов.

Все животные были разделены на 4 группы ($n=20$). В соответствии с рекомендациями производителя и суточной потребности организма в цинке, были сформированы группы (I, II, III) получавшие хром в дозировках, соответствующих 100% потребности, на 50% ниже и на 50% выше суточной потребности в данном элементе, при этом дозы хрома составили 1,1; 0,6 и 1,7 мг/кг. Животные контрольной и опытной групп содержались на стандартном сбалансированном рационе. Препарат вводили *per os*, замешивая в корм перед подачей животным, кормление осуществляли однократно в сутки. Продолжительность опыта составила 28 дней.

Элементный анализ тканей головного мозга включал исследования по 25 химическим элементам (Al, As, Be, Cd, Hg, Li, Ni, Pb, Sn, Ti, V, I, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Se, Si, Zn) в испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017 – 5.04.06). Озольное биосублиматирование проводили с использованием микроволновой системы разложения MD-2000 (США). Оценку содержания элементов в полученной золе осуществляли с использованием масс-спектрометра Elan 9000 (Perkin Elmer, США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V (Perkin Elmer, США).

Статистическую обработку выполняли с использованием программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Анализ включал определение средней арифметической величины (M), стандартной ошибки средней (m). Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изучение концентрации химических элементов в гипокампе крыс проведено на 28-е сутки экспериментального исследования. Выявлено, что содержание макроэлементов в опытных группах относительно контроля достоверно снижалось: уровень калия на 8,4–10,5% ($p \leq 0,05$) и фосфора – на 10,5–16,7% ($p \leq 0,05$). Концентрации кальция и натрия в опытных группах также имели тенденцию к снижению, а концентрация магния, напротив, увеличивалась на 3,5–6,2 %.

Отметим, что концентрация эссенциальных и условно эссенциальных элементов в опытных группах достоверно снижалась, так в I опытной группе наблюдалось достоверное снижение хрома в 4,1 раза ($p \leq 0,001$), железа на 22,4% ($p \leq 0,05$), никеля в 7,0 раза ($p \leq 0,001$) и ванадия в 3,0 раза ($p \leq 0,05$). Во II и III опытных группах отмечено максимальное снижение относительно контроля концентрации лития на 30,2 и 51,0% ($p \leq 0,05$), никеля на 85,7% и 82,4% ($p \leq 0,05$), ванадия на 64,6 и 66,2% ($p \leq 0,05$) соответственно.

Оценка концентрации токсичных элементов в гипокампе крыс опытных групп и контрольной показала достоверные различия в концентрации свинца, стронция и алюминия. Так, в опытных группах относительно контроля была достоверно ниже концентрация олова на 64,1–66,8% ($p \leq 0,001$) и кадмия на 14,3–20,4% ($p \leq 0,05$). Содержание алюминия было выше в гипокампе животных I и II опытных групп на 13,8 и 10,8% и в III группе на уровне с контрольными значениями. Концентрация стронция по отношению к контролю была превышена во II группе на 13,0%. Концентрация ртути и свинца в гипокампе крыс контрольной и опытных групп не имели различий.

На основании полученных данных был сформирован элементный профиль гипокампа лабораторных животных опытных групп. В числителе приведены элементы, концентрация которых повы-

шена по сравнению с контролем, а в знаменателе – элементы, концентрация которых снижена по сравнению с контрольной группой:

I опытная группа = ($\uparrow$ I, Si, Sr, Al, Mg)/($\downarrow$ Fe, Cr, Ni, V, Ca, K, Sn),

II опытная группа = ($\uparrow$ I, Sr, Al, Si, Mg)/($\downarrow$ Li, Ni, V, Ca, Sn),

III опытная группа = ($\uparrow$ I, Al, Si, Mg)/($\downarrow$ Ni, Li, V, Ca, Sn).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У животных, получавших дополнительно с рационом аспарагинат хрома в гиппокампе, наблюдалось снижение концентрации макро-, эссенциальных элементов, однако при этом отмечено и выведение токсичных элементов, в частности в отношении олова и кадмия. В головном мозге крыс при включении различных доз хрома выявлено накопление йода, кремния и магния. Таким образом, полученные в результате исследования данные свидетельствуют о перераспределении химических элементов в гиппокампе лабораторных животных в условиях дополнительного введения в рацион лабораторным животным органической формы хрома.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

Naveen K., Arvind K., Binny M., et al. Agricultural activities causing water pollution and its mitigation – A review. 2021.

Зинина О.Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека. Избранные вопросы судебно-медицинской экспертизы. Хабаровск. 2001; 4: 99–105. [Zinina O.T. The influence of some heavy metals and trace elements on biochemical processes in the human body. Selected issues of forensic medical examination. Khabarovsk. 2001; 4: 99–105. (In Russ.)].

Ali A., Ma Y., Reynolds J., et al. Chromium effects on glucose tolerance and insulin sensitivity in persons at risk for diabetes mellitus. *Endocr. Pract.* 2011; 17: 16–25.

Vincent J.B. Effects of chromium supplementation on body composition, human and animal health, and insulin and glucose metabolism. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* 2019; 22: 483–489. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000604.

Sharma S., Agrawal R.P., Choudhary M., et al. Beneficial effect of chromium supplementation on glucose, HbA1C and lipid variables in individuals with newly onset type-2 diabetes. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2011; 25: 149–153. DOI: 10.1016/j.jtemb.2011.03.003.

Sundaram B., Aggarwal A., Sandhir R. Chromium picolinate attenuates hyperglycemia-induced oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2013; 27: 117–121. DOI: 10.1016/j.jtemb.2012.09.002.

Gossa Al-Saadde D.L., Haider A.M., Ali A., et al. The role of chromium supplementation in cardiovascular risk factors; a comprehensive review of putative molecular mechanisms. *Heliyon.* 2023; 9: e19826. DOI: 10.1016/j.heliyon. 2023.e19826.

Moreira R., Martins A.D., Alves M.G., et al. A comprehensive review of the impact of chromium picolinate on testicular steroidogenesis and antioxidant balance. *Antioxidants.* 2023; 12: 1572. DOI: 10.3390/antiox12081572.

Tian H., Guo X., Wang X., et al. Chromium picolinate supplementation for overweight or obese adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2013; 11: CD010063. DOI: 10.1002/14651858.CD010063.pub2.

Khodavirdipour A., Haddadi F., Keshavarzi S. Chromium supplementation; negotiation with diabetes mellitus, hyperlipidemia and depression. *J. Diabetes Metab. Disord.* 2020; 19: 585–595. DOI: 10.1007/s40200-020-00501-8.

THE EFFECT OF CHROMIUM ASPARAGINATE ON THE CONCENTRATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE BRAIN OF LABORATORY ANIMALS

O.V. Baranova¹, E.V. Sheida^{1,2}, O.V. Kvan^{1,2}, E.F. Gataullina¹

¹ Orenburg State University,
Pobedy Ave. 13, Orenburg, 460018, Russian Federation

² Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences,
January 9, 29, Orenburg, 460000, Russian Federation

ABSTRACT. The paper presents the results of an elemental analysis of tissues and an assessment of the metabolic pools of chemical elements in the brain of animals for 25 chemical elements and established a violation of the mineral metabolism of both toxic and essential and macronutrients when chromium asparaginate is included in the diet. Experimental studies were carried out on 80 white male Wistar rats weighing 110–120 g. The drug was administered per os, kneaded into the feed before serving to animals on a standard diet. In accordance with the manufacturer's recommendations and the daily requirement of the body for chromium, we formed groups receiving chromium asparaginate in dosages corresponding to 100% of the need, 50% lower and 50% higher than the daily requirement for this element, while chromium doses were 1.1, 0.6 and 1.7 mg/kg. In animals receiving chromium asparaginate in addition to the diet, a decrease in the concentration of macro-essential elements was observed in the hippocampus, however, the elimination of toxic elements, in particular with regard to tin and cadmium, was also noted. In the brain of rats, the accumulation of

iodine, silicon and magnesium was noted when various doses of chromium were turned on. Thus, the data obtained as a result of the study indicate the redistribution of chemical elements in the hippocampus of laboratory animals under conditions of additional introduction of the organic form of chromium into the diet of laboratory animals.

KEYWORDS: chromium, asparagimates, elemental metabolism, brain, rats.