

УДК 577.124/.128:615.9:546.48:636.028

Мельникова Н.М., кандидат біологічних наук, професор ©**Ворошилова Н.М.**, кандидат біологічних наук, ст. викладач*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*

ВЗАЄМОЗ'ЯЗОК ЗМІН ВУГЛЕВОДНОГО МЕТАБОЛІЗМУ ТА МІНЕРАЛЬНОГО ГОМЕОСТАЗУ В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ, ОТРУЄНИХ КАДМІЮ СУЛЬФАТОМ

Результатами проведених досліджень встановлено зростання вмісту глюкози в крові отруєних щурів, порівняно з її вмістом у інтактних тварин, що обумовлено глікогенолізом зі зменшенням вмісту глікогену в печінці та виникненням гіперглікемії. Зростання вмісту калію та магнію на фоні зниженого вмісту натрію в крові отруєних щурів може свідчити про порушення мембранних транспортних механізмів, що призводить до дисбалансу мінеральної рівноваги.

Ключові слова: кадмію сульфат, глюкоза, калій, натрій, магній, щури, отруєння, кров, гомеостаз.

Вступ. За останні десятиріччя значно збільшилася кількість хімічних сполук, з якими контактує людина. Особливо небезпечним є забруднення довкілля важкими металами, і зокрема кадмієм та його солями, яким притаманна висока біологічна активність. Антропогенний внесок надходження кадмію в атмосферу перевищує потрапляння його природним шляхом більше ніж втричі. Кадмій належить до металів, що здатні акумулюватися в тканинах, особливо в печінці, нирках і кістках [4]. Активація процесів пероксидного окиснення ліпідів є важливим етапом токсичного прояву кадмієвої інтоксикації, внаслідок чого порушується активність мембрано зв'язаних ферментів, транспорт іонів і проникність клітинних мембран [1, 6]. Зміни структури та проникності біомембран за умов токсичної дії солей кадмію є однією з причин виникнення дисбалансу ензимних систем у клітині, що призводить до зміни гомеостазу організму. Зміни макроелементного складу організму отруєних тварин порушують перебіг багатьох метаболічних процесів. Відомо, що іони кадмію здатні реагувати з функціональними групами білкових молекул, зокрема сульфгідрильними, викликаючи окиснювальний стрес і пригнічуючи ряд біокаталітичних процесів [5]. Це в свою чергу призводить до змін білкового, ліпідного, вуглеводного, а також мінерального гомеостазу організму. Тому вивчення закономірностей порушень метаболізму за умов інтоксикації кадмієм є важливим завданням медичної і біологічної науки.

Матеріал і методи. Дослідження проводились на базі кафедри біохімії тварин, якості і безпеки сільськогосподарської продукції ім. акад. М.Ф. Гулого, віварію Навчально-наукового інституту ветеринарної медицини та якості і безпеки продукції тваринництва. У дослідах було використано білих

лабораторних щурів 6-місячного віку (періоду статевої зрілості). Отруєння щурів проводилось упродовж 14 діб внутрішньочеревним введенням кадмію сульфату, який попередньо розчиняли в 0,9 % розчині натрію хлориду, з розрахунку 0,134 мг/100г маси тіла тварини, що становить 1/50 LD₅₀ [2]. Експерименти були проведені за наступною схемою: I група – інтактні щури; II група – щури, отруєні кадмію сульфатом. Декапітацію тварин проводили під етерним наркозом. Вміст глюкози, натрію, калію та магнію визначали у плазмі крові на біохімічному аналізаторі „Microlab - 200” (Нідерланди) за методикою, яка визначена інструкцією, із застосуванням стандартних наборів реактивів фірми HUMAN UKRAINE (Україна).

Результати дослідження. Глюкоза являється основним енергетичним субстратом, що використовується усіма органами і тканинами, які поглинають її з крові залежно від особливостей обміну в них і потреби в енергозабезпеченні своїх функцій [3]. Результати проведених досліджень свідчать про збільшення вмісту глюкози в крові отруєних щурів на 30 %, порівняно з її вмістом в крові інтактних тварин (табл.). Така зміна вмісту глюкози вказує на розвиток гіперглікемії та вказує на зниження інтенсивності аеробних і анаеробних процесів в печінці тварин під впливом кадмію сульфату. Це є наслідком підвищення розщеплення глікогену і використання глюкози, яка бере участь в утворенні та функціонуванні компенсаторно-захисних механізмів при дії важких металів в організмі [5, 6]. З іншого боку, за умов отруєння солями кадмію високий вміст глюкози може бути зумовлений збільшенням рівня кортикостероїдів у крові та зв'язуванням інсуліну рецепторами плазматичних мембран клітин, що обмежує транспорт глюкози і блокує її трансформацію.

Таблиця.

Показники вуглеводного та мінерального гомеостазу в організмі щурів, отруєних кадмію сульфатом, ммоль/л, (M ± m, n=10)

Показники	Інтактні щури	Щури, отруєні кадмію сульфатом
Глюкоза	7,10 ± 0,50	9,20 ± 0,64*
Натрій	145,0 ± 10,2	130,2 ± 9,4
Калій	6,50 ± 0,44	7,80 ± 0,50*
Магній	1,77 ± 0,13	2,10 ± 0,17*

Примітка: * – зміни вірогідні відносно показників інтактних щурів (P<0,05).

Відомо, що кадмій може конкурувати з іонами Na⁺ і порушувати Na⁺-залежну транспортну систему, яка забезпечує транспорт глюкози та інших метаболітів [3]. Результати наших досліджень стверджують думку про те, що токсичний вплив солей кадмію сприяє виникненню гіперглікемічного стану організму тварин [7]. Поряд з цим відзначаються зміни мінерального гомеостазу в організмі тварин. Так, в крові отруєних щурів встановлено вірогідне збільшення вмісту калію на 20 %, натомість спостерігається тенденція до зниження вмісту натрію, порівняно з їхнім вмістом в крові інтактних тварин. Подібний механізм виникнення гіперглікемії на фоні змін вмісту натрію та

калію в крові може свідчити про прискорення всмоктування глюкози у кишечнику, зокрема пригнічення енергетичного обміну в гепатоцитах, оскільки натрій сприяє збільшенню надходження глюкози у клітину [8]. Поряд зі збільшенням вмісту калію відзначається зростання вмісту магнію в крові отруєних щурів на 19 %, порівняно з його вмістом в крові інтактних тварин, що, можливо, обумовлено стимуляцією магнію гексокіназної реакції. Збільшення вмісту калію свідчить про інтенсивність енергетичного обміну в печінці, переключаючи анаеробні процеси в гепатоцитах на аеробні [3].

Таким чином, в умовах отруєння щурів кадмію сульфатом взаємозв'язок змін вуглеводного метаболізму та мінерального гомеостазу обумовлений пошкодженням цілісності клітинних мембран, що в свою чергу свідчить про порушення буферної ємності крові, а також процесів регуляції обміну макроелементів, як на рівні всмоктування, метаболізму, так і на рівні виведення.

Висновки. Результати проведених досліджень свідчать про негативний вплив кадмію на мембранні транспортні механізми, що супроводжується декомпартменталізацією ферментних систем з наступним порушенням процесу переносу іонів. Постійність місту глюкози в крові – глікемія підтримується стабільністю мінерального гомеостазу, який в свою чергу забезпечується складними регуляторними механізмами.

Література

1. Ворошилова Н.М., Мельникова Н.М. Вікові особливості макроелементного складу крові щурів, отруєних кадмієм // II міжнародна наукова конференція студентів і аспірантів "Молодь та поступ біології": Тези доп. – Л.: Ін-т біології тварин, 2006. – С. 42 – 43.

2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I – IV групп: Справ. Изд. / А.Л. Бандман, Г.А. Гудзовский, Л.С. Дубейковская; под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1988. – С. 164.

3. Горн М.М., Хейтц У.И., Сверинген П.Л. Водно-электролитный и кислотно-основной баланс. – М.: Бинوم, 2000. – 320 с.

4. Мельникова Н.М., Ворошилова Н.М. Вікові особливості вмісту кадмію в організмі отруєних ним щурів за дії експериментального метаболічного ацидозу // Укр. біохім. журн. – 2007. – Т. 79, № 1. – С. 108 – 112.

5. Мельничук Д.О., Мельникова Н.М., Ворошилова Н.М. Мінеральний склад крові щурів в умовах введення сульфату кадмію, а також при зміні кислотно-лужного стану // Ветеринарна медицина України. – 2005. – № 9. – С. 34 – 35.

6. Melnikova N.N., Voroshilova N.M. Importance of age aspect in regulation of activity of some rat liver enzymes // Materials of IV International Young Scientists conference "Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution", dedicated to 180 th anniversary from the birth of famous physiologist Ivan Sechenov September 16-19, 2009, Odessa. – P.163 -164.

7. Shaikh Z.A., Vu T.T., Zaman K. Oxidative stress as a mechanism of chronic cadmium – induced hepatotoxicity and renal toxicity and protection by antioxidants // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1999. – V. 154, № 3. – P. 256 – 263.

8. The effects of cadmium on glucose and L-ascorbic acid absorption and glucose accumulation in rat intestines / B. Dolezych, St. Dolezych, A. Sematloch et al. // Acta. biol. silec. – 1990. – Vol. 15, № 1. – P. 42 – 50.

Summary

The results of carried out investigations ascertained the increase of content of glucose in blood of the poisoned rats, compared to its content in intact animals, which is stipulated by glycogenolysis with the decrease of content of glycogen in rats liver and the development of hyperglycemia. The increase of content of potassium and magnesium against the background of reduced content of sodium in blood of poisoned rats may testify to violation of membrane transport mechanism which results in the disturbance of mineral balance.

Key words: cadmium sulphate, glucose, potassium, sodium, magnesium, rats, poisoning, blood, homeostasis.

Стаття надійшла до редакції 9.03.2010