

УДК 636.028/09:616.15:591.1  
DOI: 10.15587/2519-8025.2018.124869

## ЗМІНИ МАКРО- І МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ СЕРЦЯ ЩУРІВ ЗА ШТУЧНОГО ГІПОБІОЗУ

© А. О. Уманська, Д. О. Мельничук, Л. Г. Калачнюк

*Одним з майбутніх новітніх методів анестезії є штучний гіпобіоз. Для детального дослідження даного стану, необхідно дослідити зміни а міокарді, що відбуваються за штучного гіпобіозу, а саме зміни елементного складу. В результаті досліджень було встановлено, що в умовах штучного гіпобіозу зростає вміст таких елементів: калію, натрію, феруму, а зменшується вміст кальцію*

**Ключові слова:** гіпобіоз, гіпотермія, гіперкапнія, гіпоксія, серце, макроелементи, мікроелементи, залізо, калій, натрій

### 1. Вступ

Залишається до кінця нез'ясованим механізм біохімічних перетворень, за яких відбувається перехід організмів до гіпометаболічного рівню життєдіяльності [1]. Встановлення цього механізму дасть змогу вирішити ряд проблемних питань, пов'язаних з впровадженням використання методу штучного вуглекислотного гіпобіозу на різних об'єктах дослідження [2]. Для того, щоб успішно застосовувати стан штучного гіпобіозу у медичній практиці, необхідно провести деталізовані доклінічні дослідження [3]. Після завершення яких, можна буде оцінити вірогідність змін, що відбуваються в організмі за гіпоксигіперкапнічних умов [4].

### 2. Літературний огляд

Відкриття штучного є великою перспективою в майбутньому більше не застосовувати в клінічній практиці хімічні методи знеболювання та анестезії [5]. Основними умовами створення стану штучного вуглекислотного гіпобіозу наряду з гіпоксією та гіпотермією є гіперкапнія [6]. Відомо, що у стані штучного гіпобіозу призупиняється метаболізм та обмінні процеси [7]. Оскільки серце є головним органом, що запускає каскад біохімічних реакцій у постачанні поживних речовин в організмі, необхідно більш детальніше дослідити цей орган та ті функціональні зміни, що з ним відбуваються у стані штучного гіпобіозу [8].

Одним з найголовніших показників функціонального стану серця є стан марко- та мікроелементного складу [9]. Так, наприклад, ферум входить до складу гемоглобіну, каталази і трансферинів. Фосфор – до нуклеїнових кислот, білків, фосфоліпідів, фосфорних естерах вуглеводів, макроергів (АТФ, АДФ) тощо. Сульфур входить до складу КоА, глутатіону, цистеїну, цистину, тощо. Йод міститься у молекулах гормонів щитовидної залози [10].

Таким чином, дослідження макро і мікроелементів в край необхідне для шляхів розуміння функціональних змін, що відбуваються за штучного гіпобіозу.

### 3. Мета та задачі дослідження

Мета досліджень – дослідити мікро- та макроелементний склад серця щурів за штучного гіпобіозу для розуміння шляхів адаптації організму щурів у стані штучного гіпобіозу.

Для реалізації даної мети були поставлені наступні задачі:

1. Провести дослідження та порівняти отримані показники елементного складу міокарда щурів з показниками контрольної групи.

2. Дослідити які саме мікро- та макроелементи зростають, а які знижуються за умов штучного гіпобіозу.

### 4. Матеріали та методи досліджень

Експерименти проводилися відповідно до вимог «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються з експериментальною та іншою науковою метою» (Страсбург, Франція, 1985 р.), за загальними етичними принципами експериментів на тваринах, ухваленими І національним конгресом України з біоетики (2001 р.).

У дослідях використовували білих безпородних щурів-самців масою 180–200 г, яких утримували в стандартних умовах віварію. Тварин було поділено на три групи:

1<sup>а</sup> – контрольна (інтактні тварини),

2<sup>а</sup> – стан штучного гіпобіозу.

У кожній групі тварин було по 8 щурів.

Стан штучного гіпобіозу створювали згідно методу Бахметьєва-Джайя-Анжуса [10] за дії факторів гіперкапнії, гіпоксії і гіпотермії. Для введення в стан штучного гіпобіозу тварин поміщали в герметично закрити камеру, об'єм якої становив 3 дм<sup>3</sup> за температури навколишнього середовища +3–+4 °С. Протягом перебування тварин у камері за таких умов змінюється як температура, так і склад газового середовища: розвивається гіперкапнія (зростає вміст вуглекислого газу) та гіпоксія (зменшується рівень кисню). Через 3–3,5 год в залежності від індивідуальних особливостей у тварин спостерігається зниження ректальної температури з 37 °С до 17 °С; зменшення частоти серцевих скорочень з 380 до 80 ударів за хвилину; тварини повністю втрачають рухомість, реакцію на больовий подразник та зникає рефлекс на положення, що свідчить про розвиток стану штучного гіпобіозу.

Вимірювання вмісту макро- та мікроелементів серця щурів проводили мас-спектрометричним методом з іонізацією в індукційно-зв'язаній плазмі на приладі IRIS Interbid II XSP, виробництва «Thermo Scientific», США.

Експериментальні дані обробляли загальноприйнятими методами варіаційної статистики. Вірогідність відмінностей між показниками експериментальної і контрольної груп оцінювали за t-критерієм Ст'юдента.

### 5. Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження показали, що у щурів в серцевому м'язі у стані штучного гіпобіозу зростає вміст таких елементів: калію, натрію, феруму, водночас зменшується вміст кальцію (рис. 1). Причиною зростання Натрію може бути затримка рідини в організмі, оскільки при штучно-створених гіпобіотичних умовах знижується плинність рідин в організмі, що є досить позитивним при проведенні короткотривалих оперативних втручань [11]. Також, підвищення рівня калію у серцевому м'язі щура за штучного гіпобіозу та натрію може пояснюватись зниженням діяльності нирок [12].

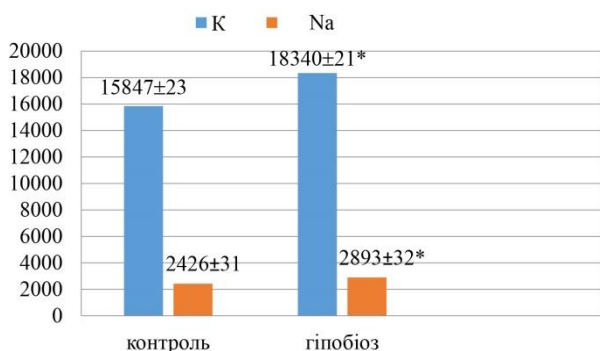


Рис. 1. Вміст калію та натрію в серці щурів за штучного гіпобіозу, мкг/г, n=8, \* – різниця достовірна 15847

Водночас, спостерігалось підвищення рівня заліза в серці в умовах штучного гіпобіозу (рис. 2). Це пояснюється кисневим голодуванням - гіпоксією, у цьому випадку організм намагається компенсувати брак кисню посиленням вироблення гемоглобіну [13].

Дослід показав зниження вмісту кальцію в серці щурів у стані штучного гіпобіозу. Оскільки кальцій в організмі виконує безліч функцій: бере участь у процесах м'язового скорочення, механізмах секреції гормонів, клітинної рецепції, регуляції активності багатьох ферментів, процесі згортання крові, тому його зниження при гіпобіотичному стані пояснюється зниженням діяльності ферментів та уповільненням частоти м'язевих скорочень (насамперед, серцевих скорочень) [14].

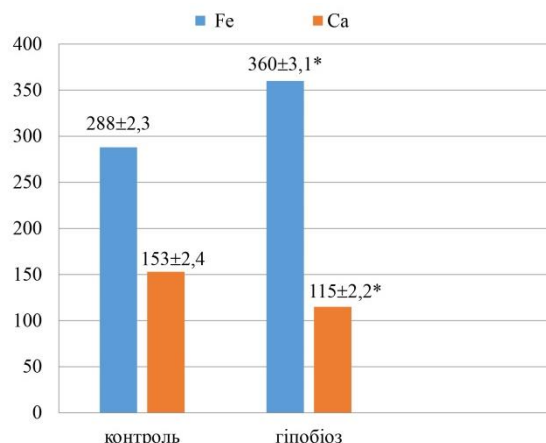


Рис. 2. Вміст феруму, кальцію в печінці щурів за штучного гіпобіозу, мкг/г, n=8

Інші макро- і мікроелементи не змінюються в умовах гіпобіозу, що є досить позитивним, оскільки даний стан не викликає значної зміни в гомеостазі живого організму.

### 6. Висновки

1. Були проведені дослідження та проаналізовані показники елементного складу міокарда щурів за штучного гіпобіозу.

2. Було встановлено, що у стані штучного гіпобіозу зростає вміст таких елементів в серцевому м'язі: калію, натрію, феруму, в одночас зменшується вміст кальцію.

### Література

- Nelson D. L., Cox M. M. *Lehninger Principles of Biochemistry*. New York: W. H. Freeman, 2008. 1100 p.
- Storey K. B. Life in the slow lane: molecular mechanisms of estivation // *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 2002. Vol. 133, Issue 3. P. 733–754. doi: 10.1016/s1095-6433(02)00206-4
- Zhenyina T., Zhaoyang Z., Cheng C. L. 5'-Adenosine monophosphate induced hypothermia reduces early stage myocardial ischemia/reperfusion injury in a mouse model // *American Journal of Translational Research*. 2011. Vol. 3, Issue 4. P. 351–361.
- Wilz M., Heldmaier G. Comparison of hibernation, estivation and daily torpor in the edible dormouse, *Glis glis* // *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*. 2000. Vol. 170, Issue 7. P. 511–521. doi: 10.1007/s003600000129
- Алюхин Ю. С., Иванов К. П. Модель зимней спячки у незимнеспящего млекопитающего при охлаждении его мозга до 1–4 °С: тез. докл. междунар. конф. // *Адапт. организма к природ. и экосоц. условиям среды*. Магадан, 1998. С. 6–7.
- Вихованець В. І., Мельничук С. Д. Історія розвитку моделей штучного пригнічення життєдіяльності живих організмів // *Науковий вісник НАУ*. 2008. № 127. С. 65–68.
- Калабухов Н. И. Спячка млекопитающих: монография. Москва: Наука, 1985. 168 с.
- Мельничук С. Д., Вихованець В. І. Вплив умов штучного гіпобіозу на енергетичний обмін у щурів // *Український біохімічний журнал*. 2005. Т. 77, № 3. С. 131–135.
- Мельничук С. Д., Мельничук Д. О. Гіпобіоз тварин (молекулярні механізми та практичне значення для сільського господарства і медицини): монографія. Київ: Видавничий центр НАУ, 2007. 220 с.
- Мельничук Д. О., Мельничук С. Д., Арнаута О. В. Влияние углекислотной среды на сохранность эритроцитов в консервированной крови животных // *Научный вестник НАУ*. 2004. № 75. С. 163–165.
- Мельничук С. Д. Основні показники кислотно-основного стану крові та обмінних процесів у разі гіпобіозу та за-

гальної анестезії за ампутації кінцівки // Український біохімічний журнал. 2001. Т. 73, № 6. С. 80–83.

12. Мельничук С. Д., Роговський С. П., Мельничук Д. О. Особливості кислотно-лужної рівноваги та азотого обміну в організмі щурів за умов штучного гіпобіозу // Український біохімічний журнал. 1995. Т. 67, № 4. С. 67–75.

13. Мельничук С. Д., Вихованець В. І. Вплив умов штучного гіпобіозу на енергетичний обмін у щурів // Український біохімічний журнал. 2005. Т. 11, № 3. С. 131–135.

14. Биохимия: учебник / ред. Е. С. Северин. Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 784 с.

*Дата надходження рукопису 16.01.2018*

**Уманська Анна Олександрівна**, аспірант. кафедра біохімії імені академіка М. Ф. Гулого, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041

E-mail: ann.umanska@ukr.net

**Мельничук Дмитро Олексійович**, доктор біологічних наук, професор, академік НАН та НААН України, голова громадської організації, Громадська організація «Рада Героїв України в АПК», вул. Солом'янська, 2а, м. Київ, Україна, 02000

E-mail: kalachnyuk\_liliya@nubip.edu.ua

**Калачнюк Лілія Григорівна**, доктор біологічних наук, професор, академік Академії наук вищої освіти України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, кафедра біохімії імені академіка М. Ф. Гулого, Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, Україна, 03041

E-mail: kalachnyuk\_liliya@nubip.edu.ua