

І. Я. Коцан – професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;

С. Ю. Зай – студентка IV курсу біологічного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки;

О. П. Мотузюк – доцент кафедри фізіології людини та тварин Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Я. В. Степанюк – доцент кафедри зоології Волинського національного університету імені Лесі Українки

Особливості морфологічних змін ядер гіпоталамуса під впливом холодового стресу

Роботу виконано на кафедрі фізіології людини і тварини ВНУ ім. Лесі Українки

У статті розглянуто особливості морфологічних змін паравентрикулярного та медіального преоптичного ядер гіпоталамуса під впливом холодового стресу. Проведено порівняльний аналіз ядер у контрольній та експериментальній групах щурів. В експериментальній групі виявлено зменшення загальних розмірів ядер, зменшення кількості нейронів, зниження їх щільності, зменшення об'ємів нервових клітин.

Ключові слова: паравентрикулярне ядро гіпоталамуса, медіальне преоптичне ядро гіпоталамуса, холодовий стрес.

Коцан І. Я., Зай С. Ю., Мотузюк О. П., Степанюк Я. В. Особенности морфологических изменений ядер гипоталамуса под влиянием холодового стресса. В статье рассмотрены особенности морфологических изменений паравентрального и медиального преоптического ядер гипоталамуса под влиянием холодового стресса. Проведен сравнительный анализ ядер в контрольной и экспериментальной группах крыс. В экспериментальной группе выявлены уменьшение общих размеров ядер, уменьшение количества нейронов, снижение их плотности, уменьшение объемов нервных клеток.

Ключевые слова: паравентрикулярное ядро гипоталамуса, медиальное преоптическое ядро гипоталамуса, холодовой стресс.

Kotsan I. Ya., Zay S. U., Motuziuk O. P., Stepaniuk Ya. V. The Special Features of Morphological Changes of Nucleos of Hypothalamus Under the Influence of Cold Stress. In the article discusses the special features of morphological changes of paraventricular and medial preoptic nucleos of hypothalamus under the influence of cold stress. The comparative analysis of the nuclei in the control and eksperimental groups of rats. In the experimental group showed decrease the overall size of the nuclei, reducing the number of neurons, reducing their density, decrease in nerve cells.

Key words: the paraventricular nucleus of the hypothalamus, the medial preoptic nucleus of the hypothalamus, cold stress.

Постановка наукової проблеми та її значення. В основі здатності організмів до тривалого існування у змінних умовах середовища лежить складна система регулювання свого внутрішнього середовища. Гіпоталамус є вищим підкірковим центром інтеграції вегетативних, емоційних та моторних компонентів складних реакцій адаптивної поведінки, основним центром регулювання та підтримки гомеостазу організму загалом і температурного гомеостазу зокрема [4].

Нейронні механізми, які забезпечують сполучення ефекторних компонентів нервових і гуморальних ланок системи контролю температурного гомеостазу, вивчено недостатньо. Відомо, що ці механізми пов'язані насамперед з дрібноклітинною нейросекреторною системою гіпоталамуса. Більшість таких нейросекреторних нейронів локалізовано в медіальній преоптичній ділянці, а також в аркуатних, дорсомедіальних і вентромедіальних ядрах гіпоталамуса [1]. Показано, що у формуванні стрес-реакції на холододі подразнення головну роль відіграють два ядра гіпоталамуса: медіальне преоптичне та паравентрикулярне [7]. У паравентрикулярному ядрі виділяють магноцелюлярну та парвоцелюлярну субпопуляції, що синтезують стрес-релізінг гормони, які ініціюють стресорні реакції організму.

Мета – дослідити структурно-функціональні зміни цитоархітекτονіки медіального преоптичного та паравентрикулярного ядер гіпоталамуса під впливом холодового стресу.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводили серед шести статевозрілих самців білих щурів лінії Вістар масою 200–250 г. Тварин було розділено на дві групи: контрольну, яку утримували у звичайних віварних умовах, та експериментальну, яку піддавали впливові стресу.

Холодовий стрес лабораторних щурів здійснювали загальним охолодженням тварин у водній бані при температурі +4 °С протягом однієї години 18 днів. Після експерименту тварин забивали декапітацією та брали для досліджень головний мозок, який тримали у семи відсотках нейтрального формаліну протягом десяти діб.

Зневоднення матеріалу, заливку в парафін (Histomix®) проводили відповідно до стандартних методів дослідження.

Зрізи товщиною 10–15 мкм зафарбовували розчином гематоксилін–еозину за Бемером.

Для визначення місця локалізації досліджуваних структур використовували стереотаксичний атлас мозку щура Paxinos G. [9].

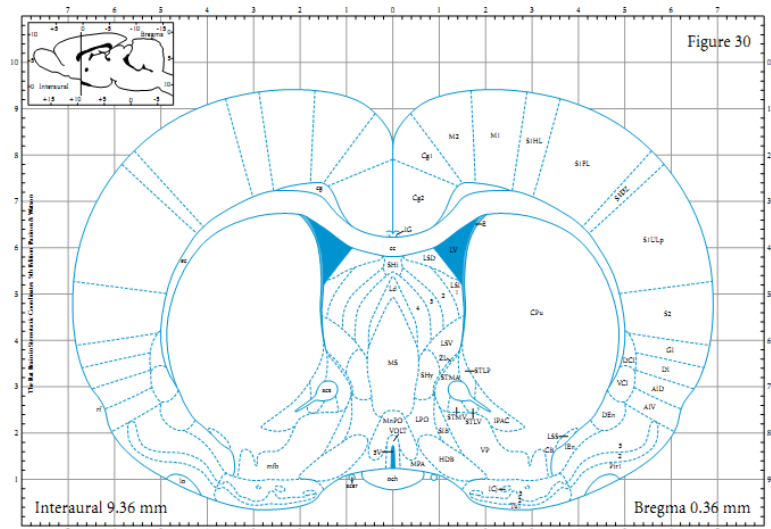


Рис. 1. Топографічне розміщення медіального преоптичного ядра згідно з стереотаксичним атласом мозку щура [9]

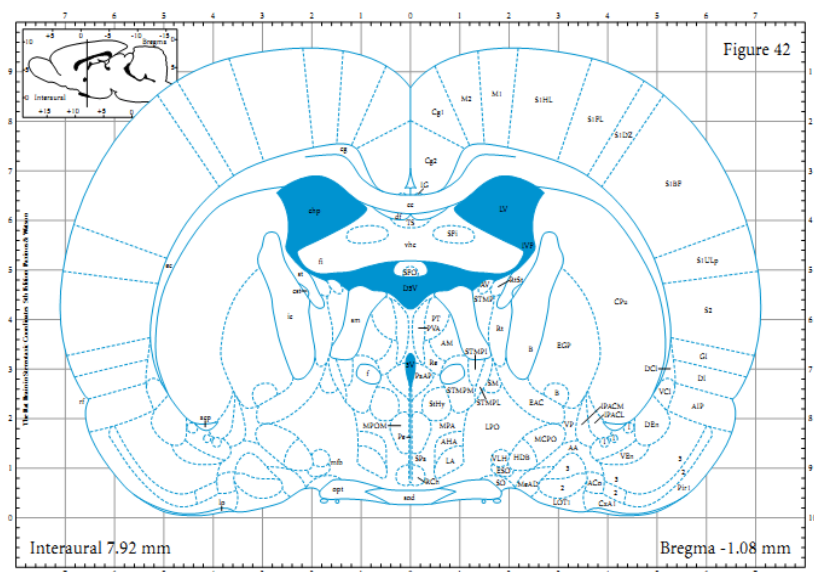


Рис. 2. Топографічне розміщення паравентрикулярного ядра згідно з стереотаксичним атласом мозку щура [9]

Вимірювання розмірів структур проводили за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення «Морфологія 5».

У роботі досліджували найбільший діаметр (висота) та найменший діаметр (ширина) ядер гіпоталамуса, а також найбільший діаметр тіла нейронів, проведений через ядро клітини, та найбільший діаметр ядер тіл нервових клітин, проведений через ядерце.

Об'єм клітин і їх ядер визначали за стандартною формулою С. М. Блінкова:

$$V = \frac{\pi ab^2}{6},$$

де a – найбільша вісь клітини, проведена через ядерце;

b – найменша вісь клітини, проведена через ядерце.

Для обробки результатів, отриманих під час застосування цих методик, використовується метод варіаційної статистики. Статистична обробка даних передбачає обчислення середнього арифметичного M , похибку середнього арифметичного m , критерій достовірності t , для оцінки достовірності відмінностей між середніми арифметичними (рівень достовірності $p \leq 0,05$).

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. Характеризуючи медіальне преоптичне ядро контрольної групи, можна відмітити наявність чітких меж. Щільність нейронів ядра є високою. Клітини розміщені рівномірно по ядрі та є однаковими за своєю формою і розмірами.

Межі медіального преоптичного ядра у групі тварин, на які діяв хронічний холодний стрес, є не чіткими порівняно з контрольною групою. Щільність розміщення нейронів є меншою, що пояснюється відмиранням значної кількості клітин (рис. 3).

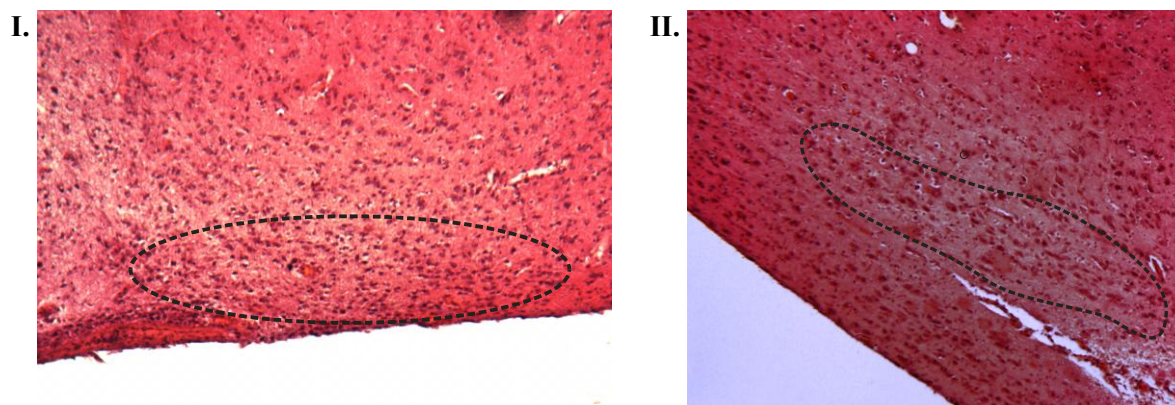


Рис. 3. Медіальне преоптичне ядро гіпоталамуса щурів у контрольній (I) та експериментальній (II) групах, фарбування гематоксилін-еозином.

Що стосується розмірів медіального преоптичного ядра, то ми помітили, що ширина та висота ядра на зрізах у контрольній групі є більшою, ніж в експериментальній (рис. 4).

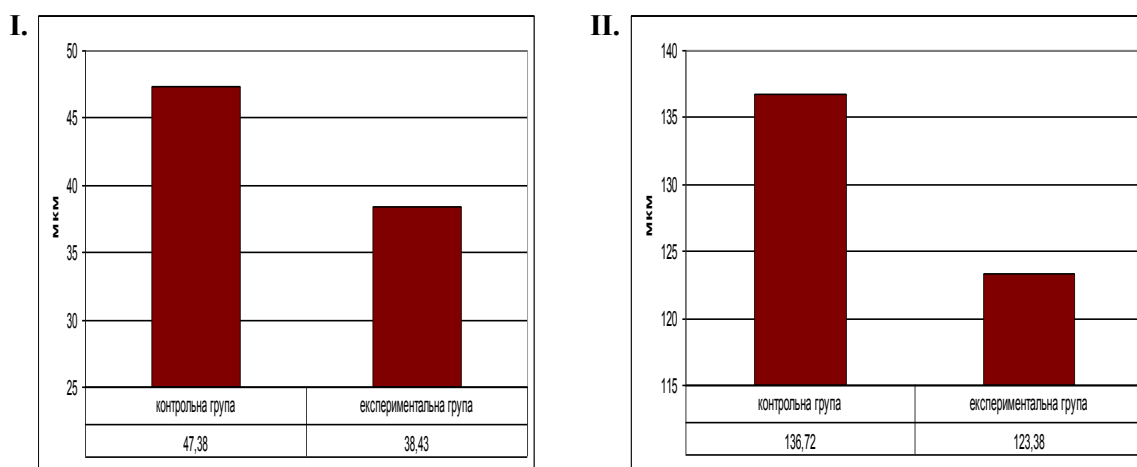


Рис. 4. Ширина (I) та висота (II) медіального преоптичного ядра гіпоталамуса щурів у контрольній та експериментальній групах

Спостерігаються зміни у середніх розмірах діаметрів тіл нейронів та їх ядер. В експериментальній групі розміри нейронів є меншими і становлять $12,97 \pm 0,23$ мкм, тоді як у контрольній групі – $15,58 \pm 0,24$ мкм ($p \leq 0,01$). Розміри ядер нервових клітин, навпаки, збільшуються: від $5,22 \pm 0,12$ мкм – у контрольній групі до $7,96 \pm 0,17$ мкм – в експериментальній групі ($p \leq 0,001$), що можна пояснити посиленням активності нейронів.

Об'єм тіл нейронів медіального преоптичного ядра у контрольній групі становить $1570,21 \pm 3,63$ мкм³, що значно перевищує об'єм нервових клітин ядра в експериментальній групі, який становить $950,98 \pm 2,69$ мкм³ ($p \leq 0,05$).

Згідно з отриманими даними, наявність у медіальному преоптичному ядрі гіпоталамуса щурів експериментальної групи нейронів з ознаками гіпофункції свідчить про виснаження гіпоталамуса під впливом тривалого стресорного навантаження, а саме про розвиток передпатологічного стану, яким є один із ланцюгів патогенетичного формування хронічного стомлення.

Характеризуючи контрольні зрізи, слід відмітити наявність чітко виражених меж паравентрикулярного ядра, особливостями якого також є висока щільність нейронів. Клітини розміщені рівномірно по всьому ядрі, у якому виділяють крупноклітинні та дрібноклітинні субпопуляції, які відрізняються наявністю нейронів різних за розмірами та формою, але межі між ними виражені не чітко.

Межі паравентрикулярного ядра гіпоталамуса стресованих щурів є менш чіткими порівняно з контрольною групою. Загальна площа нейронів, що формують досліджуване ядро, є значно меншою (рис. 5).

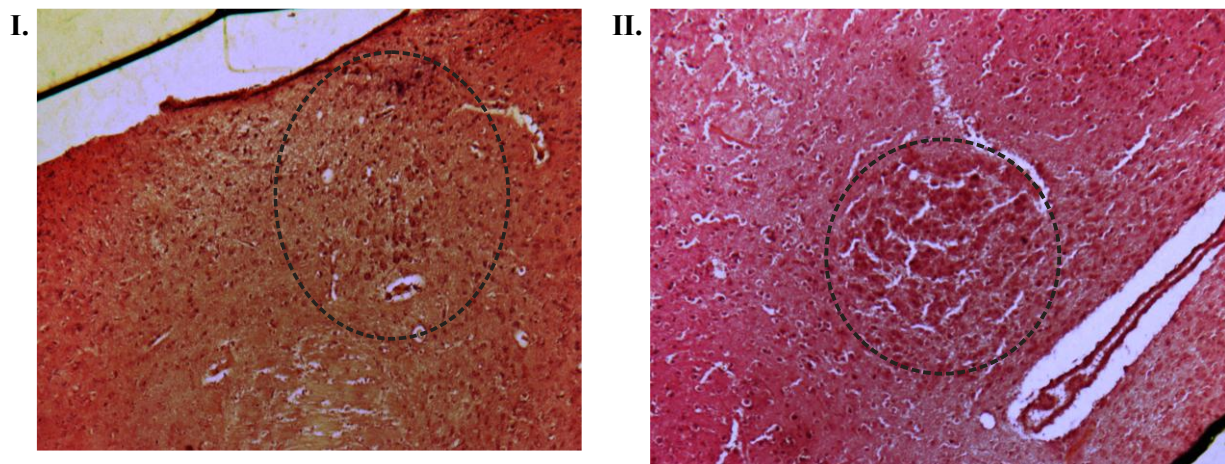


Рис. 5. Паравентрикулярне ядро гіпоталамуса щурів у контрольній (I) та експериментальній (II) групах, фарбування гематоксилін-еозином

Якщо брати до уваги розміри паравентрикулярного ядра, зокрема його ширину та висоту, то спостерігається їх зменшення в експериментальній групі (рис. 6).

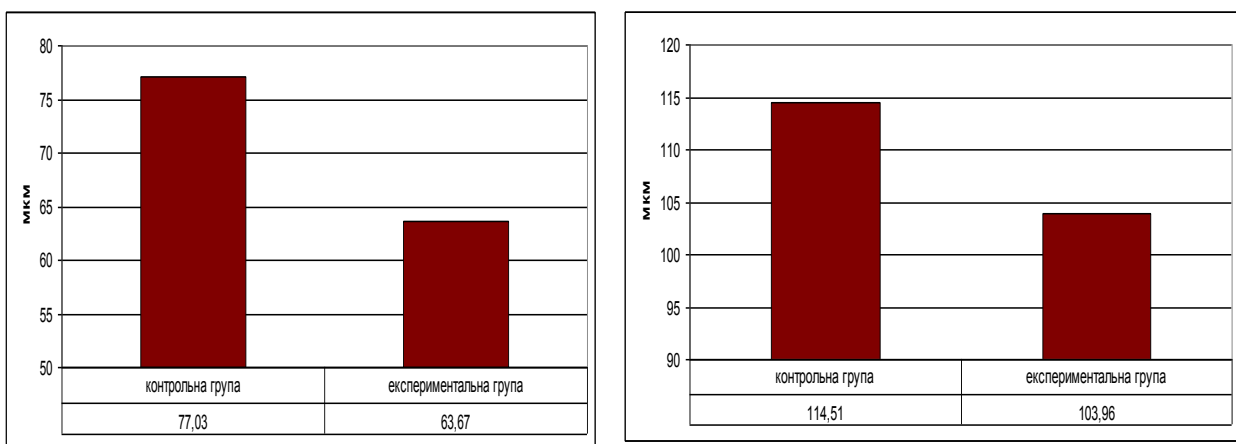


Рис. 6. Ширина (I) та висота (II) паравентрикулярного ядра в експериментальній і контрольній групах

Нейрони паравентрикулярного ядра щурів, які піддавали впливу низьких температур, є різко диференційованими порівняно з контрольною групою. Клітини формують дві чітко видимі субпопуляції – крупноклітинну та дрібноклітинну. Нейрони першої групи характеризуються середніми та великими розмірами. Тіло клітини округлої або овальної форми. Щільність нейронів великоклітинної субпопуляції є високою. Під час аналізу дрібноклітинної групи паравентрикулярного ядра варто зазначити, що вона є сукупністю клітин малих розмірів та переважно округлої форми. Загальна площа цієї субпопуляції порівняно з магноцелюлярною є більшою, але щільність клітин є нижчою.

Унаслідок холодового впливу відмічено збільшення середніх розмірів нервових клітин паравентрикулярного ядра крупноклітинної субпопуляції: від $11,82 \pm 0,48$ мкм – у контрольній групі, до $13,67 \pm 0,54$ мкм – в експериментальній групі ($p \leq 0,05$). В експериментальній групі ядра нейронів збільшилися до $7,33 \pm 0,16$ мкм порівняно з контрольною групою, де їх розміри – $4,26 \pm 0,14$ мкм ($p \leq 0,001$).

Об'єм нейронів паравентрикулярного ядра у контрольній групі є меншим і становить $810,34 \pm 3,54$ мкм³, тоді як в експериментальній групі – $1080,82 \pm 2,98$ мкм³ ($p \leq 0,05$).

Зміни, що відбуваються в паравентрикулярному ядрі під впливом холодового стресу, які проявляються у зменшенні кількості та щільності нейронів, можна пояснити насамперед виснаженням та зниженням функціональної активності нервових клітин. При стресових реакціях найперше у нейроендокринну відповідь залучене саме паравентрикулярне ядро, яке є вегетативним центром координації всіх функцій організму та відіграє центральну роль у формуванні реакції гіпоталамуса на стрес.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, у медіальному преоптичному ядрі гіпоталамуса експериментальної групи щурів виявлено зменшення загальних розмірів ядра, зменшення кількості нейронів, зниження їх щільності, зменшення об'ємів нервових клітин, наявність клітин у стані набухання, наявність не чітких меж ядра порівняно з контрольною групою.

Зміни, які відбуваються в паравентрикулярному ядрі під впливом холодового стресу, проявляються у зменшенні кількості та щільності нейронів, але збільшенні їх розмірів. Також спостерігається різка диференціація клітин ядра на крупноклітинну та дрібноклітинну нейронні популяції. Розміри паравентрикулярного ядра в експериментальній групі зменшилися порівняно з контрольною групою, а об'єми нервових клітин у цьому ядрі зросли.

Список використаної літератури

1. Гайдарова Е. В. Морфофункціональні зміни нейронів аденогіпофізотропної зони гіпоталамуса при дії низької температури середовища / Е. В. Гайдарова, І. З. Кузнецов, Л. В. Натрус // *Арх. клин. експерим. медицини.* – 1999. – Т. 8, № 1. – С. 69–76.
2. Гриневич В. В. Мофофункціональна спеціалізація головних і добавочних крупноклітинних ендокринних ядер гіпоталамуса / В. В. Гриневич, А. Л. Поляков // *Морфологія.* – 1997. – Т. 122, № 5. – С. 26–27.
3. Казаков В. Н. Морфофункціональні зміни нейронів преоптичної області і медіобазального гіпоталамуса при гіпертермії / В. Н. Казаков, Е. В. Гайдарова, І. З. Кузнецов // *Арх. клин. експерим. медицини.* – 1999. – Т. 8, № 2. – С. 143–148.
4. Павлов С. Е. Адаптація / С. Е. Павлов. – М.: Паруса, 2000. – 282 с.
5. Передерій В. Г. Стрес і його наслідки / В. Г. Передерій, М. М. Безюк // *Укр. мед. часоп.* – 2003. – № 6 (38). – С. 65–69.
6. Boulat J. A. Hypothalamic neurons regulating body temperature / J. A. Boulat // *APS Handbook of Physiology, Section 4, Environmental Physiology*, M. J. Fregly, C.M. Blatteis (eds). – 1996. – P. 105–126.
7. Fink G. Encyclopedia of stress / G. Fink // *Academic press.* – 2000.
8. Ekimova I. V. Changes in the metabolic activity of neurons in the anterior hypothalamic nuclei in rats during hyperthermia, fever, and hypothermia / I. V. Ekimova // *Neurosci. Behav. physiol.* – 2003. – V. 33, N. 5. – P. 455–460.
9. Paxinos G. The Rat nervous system / G. Paxinos // Elsevier: Academic press. – 2004.

Статтю подано до редколегії
12.09.2012 р.