УДК 591.185.6
DOI: 10.24061/1727-0847.18.3.2019.23

О.В. Сметанюк, Р.Є. Булик, К.В. Власова, В.Л. Волошин
Кафедра медичної біології та генетики (зав. – проф. Р.Є. Булик) Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНА АКТИВНІСТЬ НЕЙРОНІВ НАДЗОРОВИХ ЯДЕР ГІПОТАЛАМУСА ЩУРІВ ПІД ДІЄЮ СТРЕСУ

Резюме. У статті розглядаються результати досліджень морфофункціонального стану нейронів надзорових (супраоптичних) ядер гіпоталамуса щурів в умовах різної тривалості світлового режиму. За стандартного світлового режиму у щурів реєструється добовий ритм морфо¬функціональної активності нейронів надзорових з максимумом активності в денний час (до 14.00 год). У тварин, які зазнали тривалої світлової експозиції, встановлено більш виражені зміни морфофункціонального стану нейронів надзорових ядер гіпоталамуса о 02.00 год, ніж о 14.00 год. Так, площа ядра нейрона становила 94,08±9,55 мкм2 і була вірогідно більшою за аналогічну в інтактних тварин. Ядерно-цитоплазматичне співвідношення нейрона надзорових ядер гіпоталамуса о 02.00 год було нижчим від такого в інтактних тварин внаслідок зменшення питомого об'єму ядра. Порівняно з денним періодом (14.00 год), до 02.00 год виявлено зменшення площі тіла нейронів надзорових ядер гіпоталамуса, зумовлене вірогідним зменшенням площі ядра та ядерця клітин. Це стало причиною підвищення в ніч¬ний період спостереження ядерно-цитоплазматичного співвідношення у досліджуваних нейронах, яке становило 2,51±0,023 од. Постійний світловий режим не спричинює інверсії ритму морфо-функціо¬нальної активності досліджуваних нейронів, максимальні величини, як і в інтактних тварин, припадають на денний проміжок спостереження.

Ключові слова: надзорове ядро, морфофункціональний стан, стрес.

Багато фізіологічних та поведінкових процесів проявляють циркадіанні ритми, які генеруються внутрішніми хронометричними системами, біологічним годинником [1, 2]. У ссавців місцем розташування головного пейсмекера, що контролює циркадіанні ритми є надперехресне (супрахіазматичичне) ядро гіпоталамуса [3]. Синхронізація пейсмекера з геофізичних добовим циклом відбувається за допомогою освітлення [4, 5]. Від надперехресного ядра гіпоталамуса інформація про освітленість поширюється до шишкоподібної залози (епіфіза мозку) [4, 6]. Залоза є частиною системи, яка здатна сприймати зміни рівня освітленості навколишнього середовища і забезпечувати циркадіанні ритми функціонування організму, зокрема шляхом синтезу її провідного індолу – мелатоніну [1, 7]. Показано, що секреція мелатоніну підпорядкована чітким добовим варіаціям з мінімальним значенням вдень і максимумом близько 02.00 год [8]. Порушення світлового режиму (тривале освітлення, постійна темрява) є визначальним стресором, що призводить до розвитку десинхронозу [9].

Однією з важливих ланок нейроендокринної системи гіпоталамуса є надзорові (супраоптичні) ядра, нейрони яких синтезують вазопресин і окситоцин, транспортують їх в нейрогіпофіз і згодом в кровотік [10, 11]. Надперехресні ядра також беруть участь у забезпеченні нейроендокринної відповіді на різні види стресу – іммобілізаційний, травматичний, емоційний, больовий, гіпоксичний, світловий та стреси іншої етіології.

Механізми циркадіанної пейсмекерної активності нейронних систем надперехресних ядер гіпоталамуса в даний час підлягають інтенсивним дослідженням. Водночас відомості, що торкаються впливів модифікацій фотоперіоду (зокрема, постійного освітлення) на діяльність найбільш вразливих гіпоталамічних структур (надзорових ядер), які забезпечують послідовність нейроендокринних змін при стресі і стрес-реактивність організму, залишаються відносно обмеженими.

Мета дослідження: з'ясувати вплив світлового стресу на морфофункціональний стан надзорових ядер гіпоталамуса щурів.

Матеріал і методи. *Експериментальні тварини поділені на дві серії досліджень, у кожній з яких забір біоматеріалу здійснювався о 14.00 і о 02.00 год. Обрані терміни проведення експерименту зумовлені різною функціональною активністю шишкоподібної залози у вказані часові періоди доби.*

Тварини 1-ої серії (інтактні) перебували 7 діб за умов звичайного світлового режиму (світло з 08.00 до 20.00 год, освітленість люмінесцент-

© Сметанюк О.В., Булик Р.Є., Власова К.В., Волошин В.Л., 2019

ними лампами на рівні кліток 500 Лк). Щури 2-ої серії знаходилися в умовах постійного освітлення (моделювання гіпофункції шишкоподібної залози) протягом 7-ми діб.

Після закінчення 7-денного експерименту наступного дня о 14.00 і о 02.00 год здійснювали виведення тварин з експерименту шляхом одномоментної декапітації під етаміналовим наркозом (40,0 мг/кг внутрішньочеревинно). Мозок тварин негайно вилучали і поміщали в 10,0 % розчин формаліну в 0,1 М фосфатному буфері (pH 7,2) на 20 годин при кімнатній температурі. Після стандартної процедури зневоднення і просочення хлороформом і парафіном, мозок заливали в парфін. Всі етапи експерименту проведено з дотриманням основних положень Ухвали Першого національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (2001 р.), Конвенції Ради Європи про охорону хребетних тварин, що використовують в експериментах та інших наукових цілях (від 18.03.1986 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.) і наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. та законам України.

Для вивчення морфометричних характеристик нейронів гіпоталамуса гістологічні зрізи завтовшки 7,0 мкм депарафінували в ксилолі, проводили регідратацію в низхідних концентраціях етанолу (100 %, 96 %, 70 %), тричі відмивали у дистильованій воді і впродовж 48 год забарвлювали за методом Ейнарсона в розчині галоціанін-хромових галунів, що дозволяє виявляти нуклеїнові кислоти (здебільшого РНК) у нейронах. Потім зрізи тричі відмивали у дистильованій воді дегідрували у висхідних концентраціях етанолу (70 %, 96 %, 100 %), ксилолі і поміщали в канадський бальзам.

Морфометричний аналіз нейронів гіпоталамуса проводили на комп'ютерній системі цифрового аналізу зображення VIDAS-386 (Kontron Elektronik, Німеччина) у видимому спектрі. Зображення, що отримується на мікроскопі Axioskop, за допомогою відеокамери COHU-4922 (COHU Inc., США) уводили в комп'ютерну систему цифрового аналізу зображення VIDAS-386 (Kontron Elektronik, Німеччина). Аналіз зображення проводили в напівавтоматичному режимі за допомогою пакету прикладних програм VIDAS-2.5 (Kontron Elektronik, Німеччина): інтерактивно визначалися межі тіла нейрона, його ядра і ядерця.

Отримані експериментальні дані обробляли на персональних комп'ютерах пакетом прикладних і статистичних програм VIDAS-2.5 (Kontron Elektronik, Німеччина) і EXCEL-2003 (Microsoft Corp., США). Для всіх показників розраховували значення середньої арифметичної вибірки (M), її дисперсії і помилки середньої (m). Для виявлення вірогідності відмінностей результатів досліджень у дослідних і контрольних групах тварин визначали коефіцієнт Стьюдента (t), після чого знаходили вірогідність відмінності вибірок (p) і довірчий інтервал середньої за таблицями розподілу Стьюдента. Вірогідними вважали значення, для яких $p<0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Вивчення морфометричних характеристик нейронів надзорових ядер гіпоталамуса виявило добову динаміку показників. За стандартного світлового режиму у щурів реєструється добовий ритм морфофункціональної активності нейронів надзорових з максимумом активності в денний час (до 14.00 год).

Відомо, що серед зовнішніх геофізичних чинників найвагоміший вплив на роботу циркадіанного пейсмекера здійснює освітленість. При утримуванні тварин в умовах постійного освітлення о 14.00 год площа нейрона надзорових ядер гіпоталамуса наближена до аналогічної величини в інтактних щурів. Водночас, нами виявлено зростання розмірів його ядра на 17,9±2,1 % (r=0,79). Зміни розмірів ядра викликані збільшенням площі ядерця нейрона (r=0,89), яка становила 68,13±8,97 мкм^2 і була більшою від такої в інтакних щурів майже вдвічі. Привертало увагу і вірогідне зниження щодо інтактних тварин ядерно-цитоплазматичного співвідношення (ЯЦС) на 17,2±1,3 %, яке становило 2,41±0,030 од. Водночас питомий об'єм ядерця перебував у межах 11,11±1,523 од. і був вірогідно більшим щодо об'єму досліджуваної структури у нейроні інтактних тварин у денний період спостереження.

Світловий стрес слугував о 14.00 год до вірогідного зменшення концентрації РНК в ядрі на 18,7±1,5 %, водночас в ядерці та цитоплазмі кількість РНК вірогідна більша від величин інтактних тварин (табл. 2).

Утримування тварин в гіперілюмінізованих умовах викликало більш виражені зміни морфофункціонального стану нейронів надзорових ядер гіпоталамуса о 02.00 год, ніж о 14.00 год. Так, площа ядра нейрона становила 94,08±9,55 мкм^2 і була вірогідно більшою за аналогічну в інтактних тварин. Вказані зміни супроводжувалися збільшенням площі ядерця вдвічі (r=0,91). Водночас, площа цитоплазми нейрона становила 200,82±9,071 мкм^2 і була наближеною до такої в тварин, яких утримували за стандартного режиму освітлення. Відмітимо, що перебування тварин за умов гіперілюмінізованих умов не впливало на добовий ритм морфофункціональної активності нейронів надзорових ядер гіпоталамуса. Більшу їх активність, як і у тварин, які перебували за звичайного освітлення, реєстрували у денний період спостереження (табл. 1).

Таблиця 1

Морфометричні зміни нейронів надзорового ядра гіпоталамуса у щурів, спричинені світловим стресом (M±m)

Серії експериментальних тварин		Площа нейрона, мкм^2	Площа ядра нейрона, мкм^2	Площа ядерця нейрона, мкм^2	Площа цитоплазми нейрона, мкм^2
1.	Інтактні, 14.00 год	305,67±7,939	87,70 ± 6,016	36,68± 8,8038	217,98±5,930
	Інтактні, 02.00 год	273,89±4,298 $p_1<0,01$	74,47±1,262	23,05±1,448 $p_1<0,01$	199,42±4,172 $p_1<0,01$
2.	Постійне освітлення,14.00 год	306,50±11,338	103,39±7,051 $p<0,05$	68,13±8,970 $p<0,05$	203,11±7,101
	Постійне освітлення, 02.00 год	294,89±16,369	94,08±9,546 $p<0,05$	47,61±12,284 $p<0,05$ $p_1<0,05$	200,82±9,071

***Примітка**: p – вірогідні зміни щодо параметрів тварин, які перебували в умовах стандартного фотоперіоду того ж часового інтервалу; p_1 – вірогідність різниці щодо параметрів тварин попереднього часового інтервалу в межах серії. У кожній серії по 20 тварин*

Таблиця 2

Добові коливання концентрації РНК у нейронах надзорового ядра гіпоталамуса у щурів при дії постійного освітлення (M±m)

Серії експериментальних тварин		Концентрація РНК в ядрі, о.о.щ.	Концентрація РНК в ядерці, о.о.щ.	Концентрація РНК у цитоплазмі, о.о.щ.
1.	Інтактні, 14.00 год	0,187±0,0077	0,304±0,0121	0,070±0,0037
	Інтактні, 02.00 год	0,142±0,0024 $p_1<0,05$	0,333±0,0028 $p_1<0,05$	0,071±0,0022
2.	Постійне освітлення,14.00 год	0,152±0,0058 $p<0,05$	0,364±0,0434 $p<0,05$	0,091±0,0043 $p<0,05$
	Постійне освітлення, 02.00 год	0,144±0,0073	0,329±0,0339 $p_1<0,05$	0,087±0,0045 $p<0,05$

***Примітка**: p – вірогідні зміни щодо параметрів тварин, які перебували в умовах стандартного фотоперіоду того ж часового інтервалу; p_1 – вірогідність різниці щодо параметрів тварин попереднього часового інтервалу в межах серії. У кожній серії по 20 тварин; о.о.щ. – одиниця оптичної щільності*

ЯЦС нейрона надзорових ядер гіпоталамуса о 02.00 год було нижчим від такого в інтактних тварин на 4,2±0,24 % внаслідок зменшення питомого об'єму ядра.

Характеризуючи нічний етап експерименту, відзначимо, що як і у тварин, яких утримували за звичайного фотоперіоду, вища концентрація РНК у нейронах надзорових ядер гіпоталамуса зареєстровано також о 14.00. Нами виявлено прямий кореляційний зв'язок між концентрацією РНК в ядрі та площею ядра (r=0,32), концентрацією РНК у ядерці та площею ядерця (r=0,29), концентрацією РНК у цитоплазмі та площею останньої (r=0,75). У цьому добовому проміжку показники концентрації нуклеїнової кислоти у компонентах досліджуваних структур були вищими щодо величин інтактних тварин того ж часового інтервалу (див. табл. 2).

Порівняно з денним періодом (14.00 год), до 02.00 год виявлено зменшення площі тіла нейронів надзорових ядер гіпоталамуса, зумовлене вірогідним зменшенням площі ядра та ядерця клітин (r=0,89). Це стало причиною підвищення в нічний період спостереження ЯЦС у досліджуваних нейронах, яке становило 2,51±0,023 од.

Висновки. 1. Тривалість фотоперіоду істотно впливає на добову активність надзорових ядер гіпоталамуса. 2. Постійний світловий режим не спричинює інверсії ритму морфофункціональної активності досліджуваних нейронів, максимальні величини, як і в інтактних тварин, припадають на денний проміжок. 3. Світловий стрес викликає вірогідне збільшення площі ядра та ядерця нейронів, у нічний інтервал спостереження. Водночас спостерігається зменшення ядерно-цитоплазматичного співвідношення, підвищення концентрації РНК в ядерці та цитоплазмі нейрона надзорових ядер гіпоталамуса щурів у денний період доби.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується досліджувати вплив синтетичних пептидів шишкоподібної залози на морфофункціональну активність нейронів надзорових ядер гіпоталамуса для глибшого пізнання механізмів участі вказаних структур у регуляції нейроендокринних процесів при стресі і стрес-реактивності організму залежно від тривалості фотоперіоду.

Список використаної літератури

1. Бондаренко ЛА, Губина-Вакулик ГИ, Геворкян АР. Пинеальная железа и гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная система: возрастные и хронобиологические аспекты. Харьков. С.А.М.; 2013. 264 с.

2. Заморский ИИ, Сопова ИЮ, Хавинсон ВХ. Влияние мелатонина и эпиталамина на содержание продуктов белковой и липидной пероксидации в коре больших полушарий и гиппокампе мозга крыс в условиях острой гипоксии. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2012;154(7):59-61.

3. Kiessling S, Sollars PJ, Pickard GE. Light stimulates the mouse adrenal through a retinohypothalamic pathway independent of an effect on the clock in the suprachiasmatic nucleus. PLoS One [Internet]. 2014[cited 2019 Sep 14];9(3):e92959. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3962469/pdf/pone.0092959.pdf doi: 10.1371/journal.pone.0092959.

4. Тимофій ОВ, Булик РЄ, Ломакіна ЮВ. Ефекти мелатоніну на експресію гена c-fos у нейронах медіального дрібноклітинного суб'ядра паравентрикулярного ядра гіпоталамуса щурів при зміненому фотоперіоді. Світ медицини та біології. 2015;2:188-92.

5. Bedont JL, Newman EA, Blackshaw S. Patterning, specification, and differentiation in the developing hypothalamus. Wiley Interdiscip Rev Dev Biol. 2015;4(5):445-68. doi: 10.1002/wdev.187.

6. Fernandez F, Lu D, Ha P, Costacurta P, Chavez R, Heller HC, et al. Circadian rhythm. Dysrhythmia in the suprachiasmatic nucleus inhibits memory processing. Science. 2014;346(6211):854-7. doi: 10.1126/science.1259652.

7. Venegas C, García JA, Escames G, Ortiz F, López A, Doerrier C, et al. Extrapineal melatonin: analysis of its subcellular distribution and daily fluctuations. J Pineal Res. 2012;52(2):217-27. doi: 10.1111/j.1600-079X.2011.00931.x.

8. Хавинсон ВХ, Линькова НС, Кветной ИМ, Кветная ТВ, Полякова ВО, Корф Х. Молекулярно-клеточные механизмы пептидной регуляции синтеза мелатонина в культуре пинеалоцитов. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2012;153(2):223-6.

9. Арушанян ЭБ, Щетинин ЕВ. Мелатонин как универсальный модулятор любых патологических процессов. Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2016;60(1):79-88. doi: https://doi.org/10.25557/0031-2991.2016.01.79-88.

10. Wang JL, Lim AS, Chiang WY, Hsieh WH, Lo MT, Schneider JA, et al. Suprachiasmatic neuron numbers and rest-activity circadian rhythms in older humans. Ann Neurol. 2015;78(2):317-22. doi: 10.1002/ana.24432.

11. Bedont JL, Blackshaw S. Constructing the suprachiasmatic nucleus: a watchmaker's perspective on the central clockworks. Front Syst Neurosci [Internet]. 2015[cited 2019 Sep 11];9:74. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4424844/pdf/fnsys-09-00074.pdf doi: 10.3389/fnsys.2015.00074.

References

1. Bondarenko LA, Gubina-Vakulik GI, Gevorkyan AR. Pineal'naya zheleza i gipotalamo-gipofizarno-tireoidnaya sistema: vozrastnye i khronobiologicheskie aspekty [Pineal gland and hypothalamic-pituitary-thyroid system: age and chronobiological aspects]. Khar'kov: S.A.M.; 2013. 264 p. (in Russian).

2. Zamorskiy II, Sopova IYu, Khavinson VKh. Vliyanie melatonina i epitalamina na soderzhanie produktov belkovoy i lipidnoy peroksidatsii v kore bol'shikh polushariy i gippokampe mozga krys v usloviyakh ostroy gipoksii [The effect of melatonin and epithalamin on the content of protein and lipid peroxidation products in the cerebral cortex and the hippocampus of rat brain in acute hypoxia]. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny. 2012;154(7):59-61. (in Russian).

3. Kiessling S, Sollars PJ, Pickard GE. Light stimulates the mouse adrenal through a retinohypothalamic pathway independent of an effect on the clock in the suprachiasmatic nucleus. PLoS One [Internet]. 2014[cited 2019 Sep 14];9(3): e92959. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3962469/pdf/pone.0092959.pdf doi: 10.1371/journal.pone.0092959.

4. Timofei OV, Bulyk RYe, Lomakina YuV. Efekty melatoninu na ekspresiiu hena c-fos u neironakh medialnoho dribnoklitynnoho sub'iadra paraventrykuliarnoho yadra hipotalamusa shchuriv pry zminenomu fotoperiodi [Melatonin's effects on the c-fos gene expression in neurons of the medial small subnucleus of hypothalamus paraventricular nucleus of rats under altered light condition]. Svit medytsyny ta biolohii. 2015;2:188-92. (in Ukrainian).

5. Bedont JL, Newman EA, Blackshaw S. Patterning, specification, and differentiation in the developing hypothalamus. Wiley Interdiscip Rev Dev Biol. 2015;4(5):445-68. doi: 10.1002/wdev.187.

6. Fernandez F, Lu D, Ha P, Costacurta P, Chavez R, Heller HC, et al. Circadian rhythm. Dysrhythmia in the suprachiasmatic nucleus inhibits memory processing. Science. 2014;346(6211):854-7. doi: 10.1126/science.1259652.

7. Venegas C, García JA, Escames G, Ortiz F, López A, Doerrier C, et al. Extrapineal melatonin: analysis of its subcellular distribution and daily fluctuations. J Pineal Res. 2012;52(2):217-27. doi: 10.1111/j.1600-079X.2011.00931.x.
8. Khavinson VKh, Lin'kova NS, Kvetnoy IM, Kvetnaya TV, Polyakova VO, Korf Kh. Molekulyarno-kletochnye mekhanizmy peptidnoy regulyatsii sinteza melatonina v kul'ture pinealotsitov [Molecular Cellular Mechanisms of Peptide Regulation of Melatonin Synthesis in Pinealocyte Culture]. Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny. 2012;153(2):223-6. (in Russian).
9. Arushanian EB, Schetinin EV. Melatonin kak universal'nyy modulyator lyubykh patologicheskikh protsessov [Melatonin as a universal modulator of any pathological processes]. Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya. 2016;60(1):79-88. doi: https://doi.org/10.25557/0031-2991.2016.01.79-88 (in Russian).
10. Wang JL, Lim AS, Chiang WY, Hsieh WH, Lo MT, Schneider JA, et al. Suprachiasmatic neuron numbers and rest-activity circadian rhythms in older humans. Ann Neurol. 2015;78(2):317-22. doi: 10.1002/ana.24432.
11. Bedont JL, Blackshaw S. Constructing the suprachiasmatic nucleus: a watchmaker's perspective on the central clockworks. Front Syst Neurosci [Internet]. 2015[cited 2019 Sep 11];9:74. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4424844/pdf/fnsys-09-00074.pdf doi: 10.3389/fnsys.2015.00074.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ СУПРАОПТИЧЕСКИХ ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА КРЫС ПОД ДЕЙСТВИЕМ СТРЕССА

Резюме. В статье рассматриваются результаты исследований морфофункционального состояния нейронов супраоптических ядер гипоталамуса крыс в условиях различной продолжительности светового режима. При стандартном световом режиме у крыс регистрируется суточный ритм морфофункциональной активности нейронов супраоптических ядер гипоталамуса с максимумом активности в дневное время (до 14.00). У животных, подвергшихся длительной световой экспозиции, установлено более выраженные изменения морфофункционального состояния нейронов супраоптических ядер гипоталамуса в 02.00 ч, чем в 14.00. В частности, площадь ядра нейрона составила 94,08±9,55 мкм^2 и была достоверно большей аналогичной в интактных животных. Ядерно-цитоплазматическое соотношение нейронов супраоптических ядер гипоталамуса в 02.00 ч было ниже такового в интактных животных вследствие уменьшения удельного объема ядра. По сравнению с дневным периодом (14.00), до 02.00 ч выявлено уменьшение площади тела нейронов супраоптических ядер гипоталамуса, обусловлено возможным уменьшением площади ядра и ядрышки клеток. Это стало причиной повышения в ночной период наблюдения ядерно-цитоплазматического соотношения в исследуемых нейронах, которое составило 2,51±0,023 ед. Постоянный световой режим не вызывает инверсии ритма морфофункциональной активности исследуемых нейронов, максимальные величины, как и в интактных животных, проявляются в дневной промежуток наблюдения.
Ключевые слова: супраоптическое ядро, морфофункциональное состояние, стресс.

MORPHOFUNCTIONAL ACTIVITY OF NEURONS OF SUPRAOPTIC NUCLEI OF RAT HYPOTHALAMUS UNDER STRESS

Abstract. The article discusses the study results of the morphofunctional state of supraoptical nuclei neurons of the rat hypothalamus under conditions of different duration of light regime. Under standard light conditions in rats, the diurnal rhythm of the morphofunctional activity of supraoptical neurons with a maximum of activity in the daytime is recorded (up to 2 p.m.). In animals exposed to prolonged light effect, more pronounced changes in the morphofunctional state of the neurons of the supraoptical nuclei of the hypothalamus are observed at 2 a.m., as compared to 2 p.m. Thus, the area of the nucleus of the neuron is 94.08±9.55 μm^2 and is significantly larger than that in intact animals. The nuclear-cytoplasmic ratio of the neuron of the supraoptical nuclei of the hypothalamus at 2 a.m. is lower than that in intact animals due to a decrease in the specific volume of the nucleus. Compared with the daytime period (2 p.m.), up to 2 a.m., a decrease in the body area of the neurons of the supraoptical nuclei of the hypothalamus is revealed, which is due to a possible decrease in the area of the nucleus and nucleoli of the cells. This cause an increase in the night-time observation of the nuclear-cytoplasmic ratio in the studied neurons, which amounts to 2.51±0.023 units. Constant light mode does not cause an inversion of the rhythm of the morphofunctional activity of the studied neurons; maximum values, as in intact animals, occur in the daytime observation period.
Key words: supraoptic nuclei, morphofunctional condition, stress.

Відомості про авторів:
Сметанюк Олексій Васильович – аспірант кафедри медичної біології та генетики Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет», м. Чернівці;
Булик Роман Євгенович – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри медичної біології та генетики Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет» , м. Чернівці;
Власова Катерина Василівна – кандидат медичних наук, доцент кафедри медичної біології та генетики Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет» , м. Чернівці;
Волошин Володимир Леонідович – кандидат біологічних наук, асистент кафедри медичної біології та генетики Вищого державного навчального закладу України «Буковинський державний медичний університет» , м. Чернівці.
Information about the authors:
Smetanuik Oleksii V. – Postgraduate Student of the Department of Medical Biology and Genetics of the Higher State Educational Establishment of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi;
Bulyk Roman Ye. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief of the Department of Medical Biology and Genetics of the Higher State Educational Establishment of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi;
Vlasova Kateryna V. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical Biology and Genetics of the Higher State Educational Establishment of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi;
Voloshyn Volodymyr L. – Candidate of Biological Sciences, Assistant of the Department of Medical Biology and Genetics of the Higher State Educational Establishment of Ukraine «Bukovinian State Medical University», Chernivtsi;

Надійшла 20.05.2019 р.
Рецензент – проф. Федонюк Л.Я. (Тернопіль)