

ВПЛИВ ІММОБІЛІЗАЦІЙНОГО СТРЕСУ НА РІВЕНЬ ЗАХИСНИХ АНТИОКСИДАНТНИХ СИСТЕМ ШЛУНКУ ЩУРІВ НА ТЛІ СВІТЛОВОГО ДЕСИНХРОЗУ

Тези присвячені вивченню впливу іммобілізаційного стресу на стан антиоксидантної системи захисту шлунку щурів на тлі різної функціональної активності епіфіза. Отримані результати свідчать, що за умови іммобілізаційного стресу на тлі гіпофункції епіфізу спостерігаються порушення ліпопероксидазного гомеостазу. При цьому активність ферментативної ланки антиоксидантного захисту змінюється неоднозначно. Так, активність супероксид дисмутази практично не змінюється ні при стресі, ні при стресі на фоні нестачі мелатоніну. Каталазна активність підвищується при стресі на фоні гіпофункції епіфізу, що свідчить про активацію цієї ланки антиоксидантної системи.

Ключові слова: мелатонін, епіфіз, антиоксиданти, іммобілізаційний стрес, шлунок.

Тісна взаємодія організму з навколишнім середовищем підтримується складною, самокерованою системою гомеостазу, здатною одночасно поєднувати і контролювати різноманітні функціональні процеси. Постійне зростання стресових впливів на людину, що призводить до розвитку різних патологічних процесів, актуалізує пошук засобів, що підвищують стійкість організму в екстремальних умовах. Одним із найважливіших механізмів обмеження інтенсивності стрес-реакції є активація центральних і локальних стреслімпульсних систем, що виникають у відповідь на стресовий вплив [5, 6].

Нині немає сумнівів щодо важливості ролі вільнорадикального окислення у реалізації відповіді організму на дію стресового чинника [2, 4].

Будь-який стресовий вплив на організм викликає дезорганізацію біологічних ритмів різного періоду. За участі шишкоподібної залози відбувається регуляція роботи внутрішніх органів відносно умов середовища [5]. Дія стресових чинників має відображення на рівні універсальної інтегральної системи організму «перекисне окислення ліпідів – антиоксиданти», зміни якої відображають стан організму в цілому.

Однак під дією екстремальних факторів різної природи в організмі посилюються окислювальні процеси, порушується збалансованість між прооксидантами та антиоксидантами, і, як наслідок, розвивається окислювальний стрес. Найбільш розвинена антиоксидантна система у клітинах, що більше піддаються окисненню.

На сьогодні встановлений тісний зв'язок компенсаторно-приспосувальних процесів, що забезпечують неспецифічну резистентність організму та стійкість його до різноманітних екстремальних впливів [2, 4, 5].

У зв'язку з цим вивчення механізму адаптаційних процесів, які відбуваються в організмі під впливом епіфізу, набуває свого значення. При цьому особливої уваги заслуговує гормон епіфізу – мелатонін, вплив якого відображає хід і ефективність адаптаційних процесів та пристосувальної можливості організму. Цікавим виявилися дані відносно фізіологічної ролі епіфізу. При цьому невелика кількість робіт присвячена саме вивченню гіпофункції епіфізу. Ці дані дали нам підставу для проведення експерименту, метою якого було вивчення стану системи антиоксидантного захисту шлунку щурів за умови гіпофункції епіфізу під впливом іммобілізаційного стресу.

Експериментальним матеріалом були щури самці лінії Wister середньою масою 260 г. Вибір щурів як об'єкта дослідження обумовлено тим, що ці тварини найчастіше використовуються для проведення медико-біологічного дослідження, у тому числі стану антиоксидантної системи організму.

Формат дослідження та експериментальні групи тварин формувались таким чином:

- перша група – (інтактні тварини) – утримувалися в стандартних умовах і не піддавалися жодному впливу;
- друга група – тварини, яких утримували в стандартних умовах й моделювали іммобілізаційний стрес на 30-ту добу;
- третя група – тварин цієї групи цілодобово витримували при світлі 1000–1500 ЛК (24:00 С) та моделювали іммобілізаційний стрес на 30-ту добу.

Усі етапи дослідження, маніпулятивні втручання та догляд за тваринами здійснювалися з дотриманням положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», прийнятих VII Національним конгресом з біоетики у 2019 році [1], та відповідно до Порядку проведення експериментів і дослідів на тваринах науковими установами (2012) [7], Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей (1986) [3].

На першому етапі в хронічному експерименті розвивали іммобілізаційний стрес шляхом обмеження рухливості тварин. Формували його шляхом щоденного поміщення тварин у тісні пенали об'ємом 42 см³, що обмежують рухливість тварин. Тривалість іммобілізації складала 1 годину (4 %) протягом 30 днів. На другому етапі досліджували вплив гормону шишкоподібної залози на стан прооксидантно-антиоксидантної системи шлунка в умовах іммобілізаційного стресу. Екзогенний мелатонін вводили перорально у дозі 1 мг/кг маси тіла [6].

Гіпофункцію епіфізу моделювали цілодобовим освітленням. Враховуючи, що мелатонін в епіфізі синтезується тільки в умовах темряви, можливо припустити, що ця модель частково відтворює гіпомелатонінемію. Відомо, що для білих щурів достатньо 0,0005 мВ/см² потужності світла, щоб знизити продукцію мелатоніну, але для деяких інших гризунів подібний ефект викликається потужністю світла більше 1850 мВ/см².

Для оцінки стану ферментів антиоксидантного захисту в шлунку визначали наступні показники: активність супероксиддисмутази (СОД), каталази.

Дослідження функціонального стану антиоксидантних ферментів у шлунку щурів на тлі розвитку іммобілізаційного стресу виявили зміни, які мали такий характер: у групі дослідних тварин «іммобілізаційний стрес» виявилось зростання на 28 % активності СОД у шлунку щурів. Активність каталази у шлунку щурів суттєво не змінила своїх значень у групах, де моделювали іммобілізаційний стрес по відношенню до інтактної групи. Активність ферментативної ланки антиоксидантної системи в тканинах експериментальних тварин показали наступні результати.

Супероксиддисмутазна активність у шлунку щурів збільшилася в 1,3 рази в порівнянні з інтактною групою. При цьому активність СОД в групі іммобілізаційний стрес + гіпофункції епіфізу більша за активність в групі з іммобілізаційним стресом на 8 %.

При цьому активність СОД у шлунку щурів в інтактній групі менша на 13,5 % ніж у групі іммобілізаційного стресу + гіпофункції епіфізу (різниця між вибірковими середніми невірогідна).

Активність каталази при іммобілізаційному стресі на тлі гіпофункції епіфізу на 11 % більша в порівнянні з активністю цього ферменту в інтактній групі (різниця між вибірковими середніми вірогідна на рівні значущості $p=0,001$).

Отримані результати свідчать, що за умови іммобілізаційного стресу на тлі гіпофункції епіфізу спостерігаються порушення ліпопероксидазного гомеостазу. Однак активність ферментативної ланки антиоксидантного захисту змінюється неоднозначно.

Таким чином, під впливом іммобілізаційного стресу на тлі розвитку гіпофункції епіфізу збільшується вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів. Активність СОД практично не змінюється ani при стресі, ani при стресі на фоні нестачі мелатоніну. Каталазна активність підвищується при стресі на фоні гіпофункції епіфізу, що свідчить про активацію цієї ланки антиоксидантної системи.

References

1. VII Natsionalnyi konhres z bioetyky [VII National Congress on Bioethics]. Kyiv: NASU, NAMSU, MHU; Proceeding; 2019 Sept 30–Oct 2 [cited 2025 April 15]. Retrieved from: https://imtuik.org.ua/wp-content/uploads/instytut/nauka/forum/VII_natsionalny_konhres_z_bioetyky.pdf [in Ukrainian].
2. Denefil, O.V., & Ordynskiy, Iu.M. (2019). Vplyv ryznykh modelei immobilizatsiinoho stresu na funktsionalni zminy v sertsii vysoko- i nyzkostiikykh do hostroi hipoksychnoi hipoksii shchuriv riznoi stati [Influence of different models of immobilization stress on functional changes in the heart of highly and low resistant to acute hypoxia rats of different sexes]. *Shpytalna khirurgiia. Zhurnal imeni L. Ya. Kovalchuka – Hospital surgery. Journal named after L.Y. Kovalchuk*, 2 (pp. 60-64). DOI: <https://doi.org/10.11603/2414-4533.2019.2.10419> [in Ukrainian].
3. Yevropeiska konventsiiia pro zakhyst khrebetnykh tvaryn, yaki vykorystovuiutsia dlia doslidiv ta inshykh naukovykh tsilei [European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Research and Other Scientific Purposes]. 1986 [cited 2025 April 15]. Retrieved from: <https://rm.coe.int/168007a67b> [in English].
4. Gavreliuk, S.V., & Chykina, I.V. (2017). Vplyv khronichnoho immobilizatsiinoho stresu na rozvytok dysfunktsii endoteliu u shchuriv [The effect of chronic immobilization stress on the development of endothelial dysfunction in rats]. *Fiziologichnyi zhurnal – Physiological Journal*, 63(2) (pp. 56-64). Retrieved from: https://fz.kiev.ua/journals/2017_V63/2017_2/2-2017-56-64.pdf [in Ukrainian].
5. Koptev, M.M. (2017). Vykorystannia ryznykh modelei hostroho immobilizatsiinoho stresu v eksperymentalnykh doslidzhenniakh [The use of different models of acute immobilization stress in experimental studies]. *Visnyk problem biolohii i medytsyny – Bulletin of Biology and Medicine Problems*, 2(138) (pp. 13-16). Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/vikorystannya-riznih-modeley-gostrogo-immobilizatsiynogo-stresu-v-eksperymentalnih-doslidzhenniyah> [in Ukrainian].
6. Nikolaeva, O.V., Pavlova, O.O., Sirenko, V.A., Kovaltsova, M.V., Sulkhodost, I.O., & Dobrovolska, O.M. (2017). Vplyv immobilizatsiinoho stresu na stan zdorovia shchuriv u eksperymenty [Influence of immobilization stress on the state of health of rats in the experiment]. *Aktualni problemy transportnoi medytsyny: navkolyshnie seredovyshe; profesiine zdorovia; patolohiia – Actual problems of transport medicine: environment; occupational health; pathology*, 2(48) (pp. 145-148). Retrieved from: <https://www.aptm.com.ua/wp-content/uploads/2017/11/%D0%9D%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%80-48-%D0%9F%D0%A1-2.pdf> [in Ukrainian].
7. Procedure for Carrying out Experiments and Experiments on Animals by Scientific Institutions [Internet]. 2012 [cited 2025 April 15]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text> [in Ukrainian].

INFLUENCE OF IMMOBILIZATION STRESS ON THE LEVEL OF PROTECTIVE ANTIOXIDANT SYSTEMS OF THE RAT STOMACH AGAINST THE BACKGROUND OF LIGHT DESYNCHRONIZATION

The thesis is devoted to the study of the effect of immobilization stress on the state of the antioxidant defense system of the rat stomach against the background of different functional activity of the pineal gland. The results obtained indicate that under immobilization stress against the background of pineal hypofunction, lipoperoxidase homeostasis is disturbed. At the same time, the activity of the enzymatic link of antioxidant defense changes ambiguously. Thus, the activity of superoxide dismutase practically does not change either under stress or under stress with a lack of melatonin. Catalase activity increases under stress against the background of pituitary hypofunction, which indicates the activation of this link of the antioxidant system.

Key words: melatonin, pineal gland, antioxidants, immobilization stress, stomach.

Відомості про автора / Information about the Author

Ларичева Олена Миколаївна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри фармації, фармакології, медичної, біоорганічної та біологічної хімії Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, тел.: (066) 490-75-59, e-mail: laricheva72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7399-3339>

Larycheva Olena, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pharmacy, Pharmacology, Medical, Bioorganic and Biological Chemistry, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, e-mail: laricheva72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7399-3339>

Чеботар Лариса Дмитрівна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри медичної біології та фізики, мікробіології, гістології, фізіології та патофізіології Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, тел.: (066) 459-21-48, e-mail: chebotar69@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8450-2328>

Chebotar Larysa, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Medical Biology and Physics, Microbiology, Histology, Physiology and Pathophysiology, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, e-mail: laricheva72@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7399-3339>

Пшиченко Вікторія Вікторівна, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри анатомії, клінічної анатомії, патоморфології та судової медицини Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, тел.: (066) 112-78-88, e-mail: pshychenko85@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0652-1563>

Pshychenko Viktoriia, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Anatomy, Clinical Anatomy, Pathomorphology and Forensic Medicine, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, e-mail: pshychenko85@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0652-1563>