

---

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**

---

Державне підприємство Український науково-дослідний інститут  
медицини транспорту

***ВІСНИК***

***МОРСЬКОЇ МЕДИЦИНИ***

Науково-практичний журнал  
Виходить 4 рази на рік

Заснований в 1997 році. Журнал є фаховим виданням для публікації основних  
результатів дисертаційних робіт у галузі медичних наук  
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 886 (додаток 4) від 02.07.2020 р.)  
Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації серія КВ № 18428-7228ПР

**№ 1 (110)**  
(січень - березень)

---

Одеса 2026

---

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор А. І. Гоженко

*О. М. Ігнат'єв (заступник головного редактора), Н. А. Мацегора (відповідальний секретар), Н. С. Бадюк, Є. П. Белобров, Р. С. Вастьянов, В. С. Гойдик, М. І. Голубятніков, А. А. Гудима, Г. С. Манасова, В. В. Огоренко, Т. П. Опаріна, І. В. Савицький, С. М. Пасічник, Н. Д. Філінець, В. В. Шухтін, Якименко О. О.*

## РЕДАКЦІЙНА РАДА

*Х. С. Бозов (Болгарія), Денисенко І. В. (МАММ), В. А. Жуков (Польща), С. Іднані (Індія), А. Г. Кириченко (Днепр), М. О. Корж (Харьків), М. М. Корда (Тернопіль), Н. Ніколіч (Хорватія), М. Г. Проданчук (Київ), М. С. Регеда (Львів), К. О. Талалаєв (Одеса)*

Адреса редакції

65039, ДП УкрНДІ медицини транспорту  
м. Одеса, вул. Канатна, 92  
e-mail [nymba.od@gmail.com](mailto:nymba.od@gmail.com)  
Наш сайт - [www.medtrans.com.ua](http://www.medtrans.com.ua)

Редактор Н. І. Єфременко

Здано до набору 24.03.2026 р.. Підписано до друку 27.03.2026 р. Формат 70×108/164  
Папір офсетний № 2. Друк офсетний. Умов.-друк.арк. .  
Зам № 2/9/15 Тираж 100 прим.

ISSN 2707-1324

©Міністерство охорони здоров'я України, 1999  
©Державне підприємство Український науково-дослідний інститут медицини транспорту, 2005

---

**MINISTRY OF HEALTH CARE OF UKRAINE**

---

State enterprise Ukrainian Research Institute of Transport  
Medicine

***JOURNAL OF MARINE MEDICINE***

Scientific and practical journal  
It is published 4 times a year

Founded in 1997. The magazine is a professional publication of the main results of thesis's and works in the field of medical sciences

(Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 886 (Appendix 4)  
dated July 2, 2020)

Certificate of state registration of printed mass media series KV No. 18428-7228PR

**No. 1 (110)**  
**(January - March)**

---

Odessa 2026

---

## EDITORIAL BOARD

**Chief editor A. I. Gozhenko**

*O. M. Ignatiev (deputy editor-in-chief), N. A. Matsegora (responsible secretary), N. S. Badiuk, E. P. Belobrov, R. S. Vastyanov, V. S. Hoydyk, M. I. Golubyatnikov, A. A. Gudyma, G. S. Manasova, V. V. Ogorenko, T. P. Oparina, I. V. Savitsky, S. M. Pasichnyk, N. D. Filipets, V. V. Shukhtin, Yakymenko O. O.*

## EDITORIAL COUNCIL

*H. S. Bozov (Bulgaria), I. V. Denysenko (IMHA), V. A. Zhukov (Poland), S. Idnani (India), A. G. Kyrychenko (Dnipro), M. O. Korzh (Kharkiv), M. M. Korda (Ternopil), N. Nikolic (Croatia), M. G. Prodanchuk (Kyiv), M.S. Regeda (Lviv), K. O. Talalaev (Odessa)*

---

Address of the editorial office

---

Address of the editorial office  
65039, SE UkrNDI for medicine of transport  
Odessa, str. Kanatna, 92  
e-mail [nymba.od@gmail.com](mailto:nymba.od@gmail.com)  
Our website - [www.medtrans.com.ua](http://www.medtrans.com.ua); [herald.org.ua](http://herald.org.ua)

---

Editor N. I. Yefremenko

Submitted for typing on 03/24/2026. Signed for printing on 03/27/2026. Format 70×108/164  
Offset paper No. 2. Offset printing. Terms and conditions - print sheet. .  
Deputy No. 2/9/15 Circulation 100 approx.

М. П. Первак

## ОСОБЛИВОСТІ ПЛАВАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ ЩУРІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ ЕПІЛЕПТИЧНИМ СИНДРОМОМ НА ТЛІ ТРАНСКРАНІАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ПУЛЬСУЮЧОГО УЛЬТРАЗВУКУ

Одеський національний медичний університет

### Author's information

Первак М. П. <https://orcid.org/0000-0002-0360-5756>

**Summary.** Pervak M. P. **FEATURES OF THE SWIMMING BEHAVIOR IN RATS WITH CHRONIC EPILEPTIC SYNDROME UNDER TRANSCRANIAL LOW-INTENSITY PULSED ULTRASOUND APPLICATION.** - *Odesa National Medical University; e-mail: [mykhailo.pervak@onmedu.edu.ua](mailto:mykhailo.pervak@onmedu.edu.ua).* The purpose of the study is to investigate the transcranial effects of LIPUS on the indices of active and passive swimming behavior in rats using the pentylenetetrazol (PTZ)-induced kindling model. The study was conducted on 42 adult male Wistar rats. Chronic epileptic syndrome was induced via the PTZ-kindling method (35.0 mg/kg, intraperitoneally, over 21 days). The animals were divided into intact, kindling with sham stimulation, and kindling with transcranial LIPUS application (1 and 5 sessions) groups. LIPUS parameters were: frequency 1.5 MHz, intensity 30 mW/cm<sup>2</sup>, and a session duration of 20 minutes. A forced swimming test was performed to assess active and passive-adaptive swimming elements and the variability of motor programs. Statistical analysis was carried out using the Kruskal-Wallis test followed by Dunn's post-hoc test. The data revealed that 42.9% to 57.1% of rats with PTZ-induced kindling demonstrated fewer than three passive-adaptive forms of swimming, which was significantly less than in the sham-exposed control group ( $P < 0.02$ ). The ability to escape the pool was markedly reduced; 57.1% of the kindled rats exited the pool only after all four limbs made contact with the escape rope ( $P < 0.05$ ). Following a course of five LIPUS sessions, kindled rats demonstrated between four and five different swimming forms, significantly exceeding the parameters of the control group ( $P < 0.01$ ). Furthermore, half of all experimental animals in the treated group successfully escaped the pool either upon visual contact or simple snout contact with the rope ( $P < 0.05$ ). Transcranial application of LIPUS effectively restores the swimming behavior of rats with chronic epileptic syndrome. Specifically, it increases the number of programmed motor sequences—as indicated by the swimming variability index—and restores the animals' ability to switch to active-adaptive escape behavior.

**Key words:** chronic epileptic syndrome, kindling, brain, comorbid behavioral disorders, low-intensity pulsed ultrasound

**Реферат.** Первак М. П. **ОСОБЛИВОСТІ ПЛАВАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ ЩУРІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ ЕПІЛЕПТИЧНИМ СИНДРОМОМ НА ТЛІ ТРАНСКРАНІАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ПУЛЬСУЮЧОГО УЛЬТРАЗВУКУ.** Метою роботи є дослідження транскраніального впливу LIPUS на показники активного та пасивного плавання щурів із пентилентетразол (ПТЗ)-індукованим кіндлінгом. Дослідження виконали на 42 статовозрілих щурах лінії Вістар. Хронічний епілептичний синдром відтворювали методом ПТЗ-індукованого кіндлінгу (35,0 мг/кг, в/очер, протягом 21 доби). Тварин розподілили на групи: інтактні, кіндлінгові з хибним впливом та кіндлінгові з транскраніальним застосуванням LIPUS (1 та 5 сеансів). Параметри LIPUS: частота 1,5 МГц, інтенсивність 30 мВт/см<sup>2</sup>, тривалість сеансу 20 хв. Плавальний тест проводили із визначенням активно- та пасивно-адаптивних плавальних елементів.

Статистичну обробку проводили із застосуванням метода Kruskal Wallis та post-hoc Dunn - тесту. 42,9% - 57,1% щурів із ПТЗ-індукованим кіндлінгом демонстрували менше трьох пасивно-адаптивних форм плавання, що було менше, ніж в контролі з хибними впливами LIPUS ( $P < 0,02$ ). Здатність до покидання басейну була нижчою порівняно з контролем - 57,1% щурів виходили з басейну лише після контакту із мотузкою чотирма кінцівками ( $P < 0,05$ ). На тлі п'яти сеансів LIPUS кіндлінгові щури демонстрували від чотирьох до п'яти форм плавання, що перевищувало показники в контролі ( $P < 0,01$ ). Половина всіх експериментальних тварин здійснювала вихід з басейну при візуальному контакті або контакті кінчиком морди з мотузкою LIPUS ( $P < 0,05$ ). Вплив LIPUS забезпечує відновлення плавальної поведінки щурів із хронічним епілептичним синдромом, а саме - збільшує число рухових програм за показником варіабельності плавання, а також здатність щурів до перемикавання на активно-адаптивну поведінку уникнення з басейну.

**Ключові слова:** хронічний епілептичний синдром, кіндлінг, головний мозок, коморбідні поведінкові розлади, низькоінтенсивний пульсуючий ультразвук.

У щурів із хронічним епілептичним синдромом спостерігається порушення поведінкових реакцій в міжнападковому періоді, які полягають у виникненні депресії, тривожності, збільшенні виразності агресивно-захисних реакцій [1, 3, 4].

Патогенез подібних коморбідних станів є важливою науково-практичною проблемою, розробка якої дозволяє обґрунтувати відповідні форми корекції [1, 3]. Одним із важливих напрямків дослідження коморбідних станів є вивчення властивостей плавальних поведінкових реакцій експериментальних тварин, характер яких є інформативним щодо центральних механізмів програмування поведінки та нейромедіаторного забезпечення процесу програмування на рівні структур стріатуму [2, 5, 7, 9].

Одним із підходів, який викликає виразні нейромодуляторні впливи, забезпечує протизапальну дію, а також підвищує контроль збудливості структур головного мозку є неінвазивний вплив низькоінтенсивним пульсуючим ультразвуком (загальноприйнята аббревіатура "LIPUS" від Low Intensity Pulsed Ultrasound) на структури головного мозку [3, 10, 11]. Так, застосування LIPUS забезпечує корекцію когнітивних функцій, а також зменшує прояви депресії та тривожності у щурів із пентилентетразоловим (ПТЗ) кіндлінгом [3].

Однак, до останнього часу не проводились дослідження впливу LIPUS на адаптивні реакції щурів в період вільного плавання в басейні. Зокрема, йдеться щодо дослідження центральних механізмів формування активно- та пасивно-адаптивних реакцій щурів за умови їх достатньо тривалого знаходження в басейні з водою [6, 9].

Тому **метою** дійсного дослідження було вивчення показників плавання, а саме - варіабельності пасивно-адаптивних плавальних програм та здатності перемикатися на активні реакції виходу з басейну у щурів із пентилентетразолом (ПТЗ)-індукованим кіндлінгом за умови транскраніального впливу LIPUS.

#### **Матеріали та методи дослідження.**

Дослідження провели на 42 статевозрілих щурах лінії Вістар (віком три місяці). Тварини знаходились за стандартних умов віварію Одеського національного медичного університету при постійній температурі 23°C, 60% вологості, 12-годинній зміні освітлення, вільним доступом до води та стандартною дієтою.

Експериментальні процедури виконували відповідно до вимог Гельсінської декларації (Directive 86/609/EEC) та вимог Національного Інституту Здоров'я США щодо поводження з експериментальними тваринами. Протокол дослідження схвалено Комісією з Біоетики Одеського національного медичного університету (Протокол № 1, 14.03.2022).

ПТЗ-індукований кіндлінг моделювали за раніше описаною методикою [3]. PTZ (P6500, Sigma-Aldrich, США) розчиняли в 0,9% NaCl ex tempore і застосовували внутрішньочеревинно (в/очер) дозою 35,0 мг/кг щодобово протягом 21 днів. До спостереження включали щурів із розвиненими генералізованими судомними проявами.

Щурам групи контролю (інтактні тварини) щодобово вводили 0,9% фізіологічний розчин NaCl. Після кожної ін'єкції щурів спостерігали індивідуально в прозорих ізольованих камерах протягом 30 хв, оцінку тяжкості судом проводили за прийнятою шестибальною шкалою [4].

Щурів розподілили в наступні експериментальні групи:

Інтактні щури з хибними впливами LIPUS: -один сеанс (n=8); -п'ять сеансів (n=7);

Щури з розвиненим ПТЗ-індукованим кіндлінгом та хибними впливами LIPUS: -один сеанс (n=6); -п'ять сеансів (n=6);

Щури з розвиненим ПТЗ-індукованим кіндлінгом та впливом LIPUS: -один сеанс (n=7); -п'ять сеансів (n=6).

Вплив LIPUS. Перед фіксацією в стереотаксичному апараті щурам з метою анестезії застосовували внутрішньоочеревинно кетамін дозою 80,0 мг/кг у поєднанні з ксилазином дозою 10,0 мг/кг [3]. Після фіксації щурам видаляли шерсть шляхом ретельного гоління, після чого наносили ультразвуковий гель і спрямовували коліматор на зону впливу.

Генерування частотного діапазону низькоінтенсивного пульсуючого ультразвуку 1,5 МГц, інтенсивністю 30 мВт/см<sup>2</sup>, тривалість активного періоду впливу 200  $\mu$ s, проміжок між періодами впливу 800  $\mu$ s, загальна тривалість сеансу складала 20,0 хв - по 10,0 хв на ліву та праву півкулі.

Для генерування електричних імпульсів зазначених параметрів використовували апарат SDG 2082X, (Siglent Technologies Germany GmbH, Німеччина). Після посилення за допомогою підсилювача на основі EPC 9083, (США), сигнал передавали на ультразвуковий трансдюсер (V301-SU; Olympus, Японія).

Діаметр отвору коліматора, який контактував з поверхнею черепа становив 4,0 мм і центр отвору розташовували на рівні AP= -4.8 мм, і ML = 2.0 мм [3]. Сеанс впливу тривав 20.0 хв - по 10.0 хв на праву та ліву сторони від середньої лінії. Щурам групи контролю виконували такі ж процедури без запуску генератора LIPUS.

Вивчення плавальної поведінки проведено за методом [9]. Басейн для дослідження плавальної поведінки був скляним циліндром заввишки 45 см, діаметром 30 см, наповнений на 2/3 водою при температурі 37 °С. Метод полягав в нагляді характеру плавання тварин протягом 6 хв після їх приміщення в басейн.

На першому етапі тесту визначали показник варіабельності плавання щурів - відносно величину тварин в групі, у яких спостерігали три та більше пасивно-адаптивних елементів плавання, результати представляли у відсотках.

Загалом види пасивно-адаптивних плавальних реакцій визначали за наступними характеристиками:

- монотонне плавання вздовж стінки басейна;
- плавання по колу недотично до стінки басейна;
- ”тупцювання” води в центрі басейна без переміщення по поверхні води;
- ”тупцювання” води біля стінки басейна без переміщення вздовж стінки;
- нерухоме занурення щура під воду;
- зависання - нерухоме положення щура без занурення у воду.

Після закінчення плавального тесту визначали здібність щурів до перемикання на активно-адаптивну поведінку, для чого визначали інтенсивність зовнішнього подразнення, що індукує у тварини цілеспрямований завершений руховий акт. З цією метою в басейн з водою опускали мотузку діаметром 1 см, фіксовану на Г- подібному кронштейні заввишки 65 см. Ступінь контакту з мотузкою, необхідний для уникнення тварини з води, виражали в балах. Щур здійснює вихід з води після: 1) того, як помітив мотузку (візуальний контакт) – 0 балів; 2) контакту з мотузкою кінчиком морди – 1 бал; 3) контакту з мотузкою кінчиком морди і передніми лапами – 2 бали; 4) контакту з мотузкою кінчиком морди і всіма кінцівками – 3 бали; 5) при контакті з мотузкою мордою, передніми і задніми кінцівками щур не здійснює вихід з води – 4 бали.

Статистичний аналіз даних виконували за допомогою програмного пакету SPSS для Windows (SPSS Inc., версія 21.0, США). Для порівняння показників між групами застосовували критерій Kruskal Wallis та post-hoc Dunn - тест. Результати вважали статистично значущими при P<0,05.

#### **Результати досліджень та їх обговорення.**

Відмінності показників при порівнянні груп були достовірними при H=18,481; df=5; P=0,0024. В групах кіндлінгових щурів менше від трьох варіабельних форм плавання реєструвалось у 42,9% та 57,1% щурів груп відповідно з одним та п'ятьма хибними впливами LIPUS, що було достовірно нижче від показників у групах контролю при P<0,02 та P<0,01 відповідно (Табл. 1). За умови застосування одного сеансу LIPUS всі щури

демонстрували три і більше варіабельних форм плавання, що не відрізнялось від контролю ( $P > 0,05$ ). При п'яти сеансах LIPUS кіндлінгові шури демонстрували від чотирьох до п'яти форм плавання, що достовірно перевищувало показники в групах кіндлінгових шурів із одним та п'ятьма хибними впливами LIPUS при  $P < 0,01$  (Табл. 1).

Таблиця 1

**Варіабельність плавання кіндлінгових шурів за умови впливу низькоінтенсивним пульсуючим ультразвуком**

№	Групи спостереження	Число шурів з різною кількістю варіабельних форм плавання (бали)						P (Kruskal Wallis+Dunn)
		1	2	3	4	5	6	
1	Інтактні + (хибний вплив, 1 сеанс) (n=8)	-	-	2	3	2	1	-
2	Інтактні + (хибний вплив, 5 сеансів) (n=7)	-	-	2	3	2	-	-
3	Кіндлінг + (хибний вплив, 1 сеанс) (n=7)	-	3	2	2	-	-	$P_1-$ $P_3=0,013$
4	Кіндлінг + (хибний вплив, 5 сеансів) (n=7)	-	4	2	1	-	-	$P_2-$ $P_4=0,008$
5	Кіндлінг + LIPUS (1 сеанс) (n=7)	-	-	4	3	-	-	$P_1-P_5 > 0,05$ $P_3-P_5 > 0,05$
6	Кіндлінг + LIPUS (5 сеансів) (n=6)	-	-	-	4	2	-	$P_3-$ $P_6=0,007$ $P_4-$ $P_6=0,001$

**Примітка:** значення показника “P” наведені для статистично підтвердженої достовірності відмінностей між відповідними групами.

Відмінності показників при порівнянні груп були достовірними при  $N=12,45$ ;  $df=5$ ;  $P=0,029$ . В групах шурів із ПТЗ-індукованим кіндлінгом спостерігалось зниження здатності шурів покидати басейн - більшість шурів (57,1%) виходили з басейну після контакту із мотузкою всіма чотирма кінцівками, а в групах кіндлінгових шурів із п'ятьма хибними сеансами LIPUS один шур самостійно не покидав басейн (Табл. 2). Виразність здатності до покидання басейну була достовірно нижчою порівняно з відповідними групами контролю при одному ( $P < 0,02$ ) та при п'яти ( $P < 0,05$ ) хибних сеансах LIPUS (Табл. 2).

Застосування одного сеансу LIPUS кіндлінговим шурам відновлювало здатність шурів до виходу з басейну у 3 із 7 шурів (42,8%), яке здійснювалось після контакту кінчика морди з мотузкою, що не мало достовірних відмінностей від групи контролю ( $P > 0,05$ ). При п'яти сеансах LIPUS половина всіх експериментальних тварин в групі здійснювала вихід з басейну при візуальному контакті та контакті кінчиком морди з мотузкою (Табл. 2). Здатність до виходу з басейну була достовірно вищою порівняно з групою кіндлінгових шурів із п'ятьма хибними сеансами LIPUS ( $P < 0,05$ ) за відсутності відмінностей від групи контролю ( $P > 0,05$ ).

Таким чином, отримані результати засвідчили, що при розвиненому ПТЗ-індукованому кіндлінгу у шурів знижується здатність до прояву всього спектру варіабельних пасивно-адаптивних форм плавання, а також пригніченням здатності до виходу з басейну, що свідчить щодо стійких, кіндлінг-індукованих порушень програмування рухової активності.

Йдеться про застосування методики визначення “надлишку” запрограмованих форм поведінки в басейні, які зазвичай на тлі активної пошукової поведінки під час плавання пригнічуються поточною зворотною сенсорною інформацією для виконання цілеспрямованих рухових актів - спроб уникнути перебування в басейні з водою [9]. На тлі безуспішних спроб знайти вихід виникає фаза відмови від активно-адаптивної поведінки в період якої зворотні сенсорні сигнали не впливають на реалізацію всього спектра пасивно-рухових програм поведінки, види яких складають показник “варіабельності” плавальної поведінки шурів. Важливо зазначити, що подібні результати неможливо отримати при спостереженні поведінки без використання плавання, тому що сенсорні системи є постійно

**Здатність кіндлінгових щурів покидати басейн за умов застосування  
низькоінтенсивного пульсуючого ультразвуку (бали)**

№	Групи спостереження	Число щурів з різною здатністю до виходу з басейну (бали)					P (Kruskal Wallis+ Dunn тест)
		0	1	2	3	4	
1	Інтактні + (хибний вплив, 1 сеанс) (n=8)	1	5	1	1	-	-
2	Інтактні + (хибний вплив, 5 сеансів) (n=7)	1	2	3	-	-	-
3	Кіндлінг + (хибний вплив, 1 сеанс) (n=7)	-	1	2	4	-	P <sub>1</sub> -P <sub>3</sub> =0,015
4	Кіндлінг + (хибний вплив, 5 сеансів) (n=7)	-	-	3	3	1	P <sub>2</sub> -P <sub>4</sub> =0,036
5	Кіндлінг + LIPUS (1 сеанс) (n=7)	-	3	3	1	-	P <sub>1</sub> -P <sub>5</sub> >0,05 P <sub>3</sub> -P <sub>5</sub> >0,05
6	Кіндлінг + LIPUS (5 сеансів) (n=6)	1	2	2	1	-	P <sub>2</sub> -P <sub>6</sub> >0,05 P <sub>4</sub> -P <sub>6</sub> =0,032

*Примітка:* значення показника “P” наведені для статистично підтвердженої достовірності відмінностей між відповідними групами.

У програмуванні адаптивних рухових програм важлива роль належить стріатуму [7, 9]. Так, в дослідженні [8] встановлено, що дорзомедіальні відділи стріатуму є структурами які здійснюють значний внесок в процеси формування асоціативних зв'язків між стимулами, подіями, а також розвитком наслідків поведінкових реакцій. Так само, нейромедіаторний стан стріатуму впливає на число варіабельних форм поведінки щурів та здатність перемикавання на активний вихід з басейну [1, 2, 4, 6]. Зокрема, підвищення ГАМК-ергічної та збільшення холінергічної регуляції нейронів стріатуму шляхом мікроін'єкцій мусцимолу та скополаміну відповідно підвищує зазначені показники у щурів із фармакологічним кіндлінгом [1].

Мікроін'єкція дофаміну супроводжується зростанням числа пасивно-адаптивних плавальних програм у кіндлінгових тварин, зниженням порогу їх уникнення з басейну [1]. Слід також зазначити, що подібні зміни на рівні медіаторних систем структур мозку можуть бути досягнуті за рахунок реалізації протизапальної дії транскраніального впливу LIPUS [10, 11].

Зазначені особливості свідчать щодо можливості впливу LIPUS на перераховані нейромедіаторні системи стріатуму та відновлення поведінки щурів за умов хронічного епілептичного синдрому, що вказує на перспективну можливість використання подібних впливів і при інших нейропатологічних синдромах, в основі яких знаходяться механізми нейрозапалення.

### **Висновки**

1. Щури із ПТЗ-індукованим кіндлінгом демонструють зниження здатності до активно-адаптивних форм плавання, а також зниження здатності до перемикавання на активно-адаптивні форми поведінки на тлі превалювання пасивно-адаптивних програмованих форм плавання.

2. Транскраніальне застосування низькоінтенсивного пульсуючого ультразвуку супроводжується відновленням активно-адаптивних форм поведінки.

3. Транскраніальне застосування LIPUS є перспективним в частині корекції поведінкових розладів при хронічному епілептичному синдромі, реалізація яких пов'язана із відновленням нейромедіаторного балансу структур стріатуму, як структури відповідальної за формування рухових програм.

## References/Література:

1. Вастьянов Р. С., Топал М. М., Стоянов О. М. Нейрофармакологічний аналіз модуляції активності хвостатого ядра при хронічній судомній активності. Світ медицини та біології. 2019. № 1(67). С. 126–133. Doi: <https://doi.org/10.26724/2079-8334-2019-1-67-126> (In Ukrainian). [Vastyanov RS, Topal MM, Stoyanov OM. et al. Neuropharmacological analysis of modulation of caudate nucleus activity in chronic convulsive activity. *World of Medicine and Biology*. 2019; 1(67): 126–133].
2. Остапенко І., Вастьянов Р. Патогенетична роль порушення внутрішньостріарної нейротрансмісії в маніфестації поведінки протягом плавання щурів в динаміці кіндлінг-індукованої моделі хронічної судомної активності. Scientific Collection «InterConf+». 2024. № 41(185). С. 421–437. DOI: <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.01.2024.052> (In Ukrainian). [Ostapenko I, Vastyanov R. Pathogenetic role of intrastriatal neurotransmission disorders in behavioral manifestations during swimming in rats in the dynamics of kindling-induced model of chronic convulsive activity. *Scientific Collection «InterConf+»*. 2024; 41(185): 421–437].
3. Первак М.П., Єгоренко О.С., Букреєва Н.І., Кащенко О.А., Ляшенко С.Л. Особливості поведінки щурів з пентилентетразол-індукованим епілептичним синдромом у відкритому полі та тесті вимушеного плавання за умов транскраніального впливу низькоінтенсивним пульсуючим ультразвуком. Перспективи та інновації науки. 2026. № 2(60). С. 2497–2508. Doi: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-2\(60\)-2497-2508](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-2(60)-2497-2508) (In Ukrainian). [Pervak MP, Yegorenko OS, Bukreeva NI, Kashchenko OA, Lyashenko SL. Peculiarities of behavior of rats with pentylentetrazol-induced epileptic syndrome in the open field and forced swimming test under conditions of transcranial exposure to low-intensity pulsed ultrasound. *Prospects and innovations of science*. 2026; 2(60): 2497–2508].
4. Погоріла І.В., Годлевський Л.С., Годован В.В. Особливості поведінкових реакцій кіндлінгових тварин в умовах застосування нового похідного пептидамідобензофенону і діазепаму. Світ медицини та біології. 2010. № 4. С. 148–152. (In Ukrainian). [Pogorila IV, Godlevskiy LS, Godovan VV. Peculiarities of behavioral reactions of kindling animals under the conditions of application of a new derivative of peptidamidobenzophenone and diazepam. *World of Medicine and Biology*. 2010; 4: 148–152].
5. Gahnstrom CJ, Spiers HJ. Striatal and hippocampal contributions to flexible navigation in rats and humans. *Brain and Neuroscience Advances*. 2020; 4. Doi: <https://doi.org/10.1177/2398212820979772>
6. Ostapenko IO. Dynamic changes of striatal neurotransmitter systems activity cause changes in behavioral non-convulsive disorders of depressive nature in the course of chronic seizure activity formation in kindling model of epileptogenesis. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023; 13(4): 386–403. Doi: <https://doi.org/10.12775/JEHS.2023.13.04.045>
7. Ferbinteanu J. Contributions of Hippocampus and Striatum to Memory-Guided Behavior Depend on Past Experience. *Journal of Neuroscience*. 2016; 36(24): 6459–6470. Doi: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0840-16.2016>
8. Vandaele Y, Ottenheimer DJ, Janak PH. Dorsomedial Striatal Activity Tracks Completion of Behavioral Sequences in Rat. *eNeuro*. 2021; 8(6): 0279-21. Doi: <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0279-21.2021>
9. Vrijmoed-de Vries MC, Cools AR. Differential effects of striatal injections of dopaminergic, cholinergic and GABAergic drugs upon swimming behavior of rats. *Brain Research*. 1986; 364(1): 77–90.
10. Wang Z, Du HX., Wang ZC. et al. Low-Intensity Pulsed Ultrasound Regulates Th17/Treg Balance With Potential Association With the IL-1β/IL1R1/MyD88 Signaling Pathway to Alleviate Pelvic Pain in a Rat Prostatitis Model. *Ultrasound in Medicine & Biology*. 2026; 52(2): 451–461. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2025.10.017>
11. Xu HR., Yi YL., Xue C. et al. The efficacy and mechanisms of low-intensity transcranial ultrasound stimulation on pain: a systematic review of human and animal studies. *The Journal of Headache and Pain*. 2025; 26: 166. Doi: <https://doi.org/10.1186/s10194-025-02096-y>

**Внесок авторів/ authors' contribution:**

Робота є одноосібною.

**Фінансування/ Funding:**

Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

**Заява про доступність даних/ Data Availability Statement**

Вся інформація знаходиться у відкритому доступі.

**Подяка/ Acknowledgments**

Автор висловлює подяку за сприяння написанню роботи колективу кафедри симуляційних медичних технологій Одеського національного медичного університету

**Конфлікт інтересів/ Conflicts of Interest**

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

**/Use of AI**

Автор заперечує використання штучного інтелекту при написанні статті.

Робота надійшла в редакцію 29.01.2026 року.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування

УДК 616.833-002.3:615.277:616-092.9

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.19373002>

*Г. Б. Кулинич*

**ДИНАМІКА ЗМІН БОЛЬОВОЇ РЕАКЦІЇ ТА ХОЛОДОВОЇ АЛОДИНІЇ ЗА УМОВ  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВІДТВОРЕННЯ НЕЙРОТОКСИЧНОСТІ,  
ІНІЦІЙОВАНОЇ ВВЕДЕННЯМ ХІМІОТЕРАПЕВТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ**

Івано-Франківський національний медичний університет

**Author's information**

Кулинич Г.Б. <https://orcid.org/0000-0002-0360-5756>

**Summary.** Kulynych H. B. **PAIN REACTION AND COLD ALLODYNIA CHANGES DYNAMICS IN CONDITIONS OF EXPERIMENTAL NEUROTOXICITY INDUCED CHEMOTHERAPEUTIC DRUGS.** - *Ivano - Frankivsk National Medical University; e – mail: [galiya1979@ukr.net](mailto:galiya1979@ukr.net)*. The purpose of the study is to determine the severity of pain response and cold allodynia in the dynamics of neurotoxicity induced by paclitaxel and cisplatin separate and combined administration. The study was conducted on 120 sexually mature male rats. Neuropathy was reproduced by paclitaxel and cisplatin separate and combined administration. The rats were observed for 120 days from the beginning of the trial. Rats' behaviour expression was evaluated in the tail-flick, hot-plate and cold allodynia tests 1, 7, 14, 28, 60, 90 and 120 days after the chemotherapeutic drugs administration. The development of an expressed pain response and impaired somatosensory sensitivity in rats in the dynamics of chemotherapeutic neurotoxicity initiated by paclitaxel and cisplatin separate and combined administration was proved. In conditions of the applied tests, a greater severity of the neurotoxic effect is observed with paclitaxel and cisplatin combined administration, which is confirmed by of statistically dependent differences on the 14<sup>th</sup> day of the trial. Comparable sensitivity disorders as correlates of neurotoxicity initiated by paclitaxel and cisplatin separate administration were detected starting from the 28<sup>th</sup> day of the trial. The author concludes that nervous dysfunction experimental investigation with obvious pathomorphological confirmation is the basis that will allow to prove the efficacy of a new pathogenetic scheme of pharmacocorrection of neurotoxicity induced by chemotherapeutic drugs administration.

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧНІ  
ПИТАННЯ БІОЛОГІЇ  
ТА МЕДИЦИНИ**

Борейшик Я. О., Гоженко А. І.  
**ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЙ СИСТЕМ  
АТФ-АЗ ТА ПОЛ/АОЗ НА ТРИВАЛИЙ  
ІММОБІЛІЗАЦІЙНО-ЕМОЦІЙНИЙ  
СТРЕС У КЛІТИНАХ ІМУННОЇ  
ВІДПОВІДІ** .....153

Первак М. П.  
**ОСОБЛИВОСТІ ПЛАВАЛЬНОЇ  
ПОВЕДІНКИ ЩУРІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ  
ЕПІЛЕПТИЧНИМ СИНДРОМОМ НА  
ТЛІ ТРАНСКРАНІАЛЬНОГО ЗАСТО-  
СУВАННЯ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО  
ПУЛЬСУЮЧОГО УЛЬТРАЗВУКУ**...158

Кулинич Г. Б.  
**ДИНАМІКА ЗМІН БОЛЬОВОЇ  
РЕАКЦІЇ ТА ХОЛОДОВОЇ АЛОДИНІЇ  
ЗА УМОВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО  
ВІДТВОРЕННЯ НЕЙРОТОКСИЧНОС-  
ТІ, ІНІЦІЙОВАНОЇ ВВЕДЕННЯМ  
ХІМОТЕРАПЕВТИЧНИХ  
ПРЕПАРАТІВ** .....164

**ОГЛЯДИ ЛІТЕРАТУРИ**

Голубятников М. І., Джуртубаєва Г. М.  
Мельник О. А., Грищенко К. С.  
Процишина Н. М., Маньковська Н. М.  
**ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ  
ЗАХВОРЮВАННОСТІ НА ІКСОДОВІ  
КЛІЩОВІ БОРЕЛІОЗИ В СВІТІ ТА  
УКРАЇНІ** .....173

Понятовський П. Л.  
**СУЧАСНА ХІРУРГІЧНА ТАКТИКА  
ОПЕРАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ РАН-  
НЬОГО РАКУ ГРУДНОЇ ЗАЛОЗИ**.....182

Берлінська Л. І.  
**АСОЦІЙОВАНІ З ЕНДОМЕТРІОЗОМ  
УСКЛАДНЕННЯ ПРИ ВАГІТНОСТІ**  
.....190

**ІСТОРІЯ МЕДИЦИНИ**

Ігнат'єв О. М., Опаріна Т. П.  
Панюта О. І.  
**МОРСЬКА МЕДИЦИНА: МИНУЛЕ,  
СЬОГОДЕННЯ, МАЙБУТНЄ**.....199

**ІНФОРМАЦІЯ**

.....207

**EXPERIMENTAL AND TEORETICAL  
ASPECTS OF BIOLOGY AND  
MEDICINE**

Boreyshyk Ya. O., Gozhenko A. I.  
**FEATURES OF THE REACTIONS OF  
THE ATPASE AND POL/AOP SYSTEMS  
TO PROLONGED IMMOBILIZATION-  
EMOTIONAL STRESS IN IMMUNE  
RESPONSE CELLS** .....153

Pervak M. P.  
**FEATURES OF THE SWIMMING  
BEHAVIOR IN RATS WITH CHRONIC  
EPILEPTIC SYNDROME UNDER  
TRANSCRANIAL LOW-INTENSITY  
PULSED ULTRASOUND APPLICATION**  
.....158

Kulynych H. B.  
**PAIN REACTION AND COLD  
ALLODYNIA CHANGES DYNAMICS IN  
CONDITIONS OF EXPERIMENTAL  
NEUROTOXICITY INDUCED  
CHEMOTHERAPEUTIC DRUGS**  
.....164

**REVIEWS**

Holubyatnykov M. I., Dzhurtubaieva H. M.  
Melnik O. A., Hrytsenko K. S.  
Protsyshyna N. M., Mankovska N. M.  
**REVIEW OF THE CURRENT STATE OF  
INCIDENCE OF IXODID TICK-BORNE  
BORRELIOSIS WORLDWIDE AND IN  
UKRAINE**.....173

Poniatovskiy P. L.  
**MODERN SURGICAL TACTICS OF  
THE OPERATIVE TREATMENT OF  
EARLY BREAST CANCER**.....182

Berlinska L. I.  
**PREGNANCY COMPLICATIONS  
ASSOCIATED WITH ENDOMETRIOSIS**  
.....190

**HISTORY OF MEDICINE**

Ignatyev O. M., Oparina T. P.  
Panyuta O. I.  
**MARINE MEDICINE: PAST, PRESENT,  
FUTURE** ..... 199

**INFORMATION**

.....207